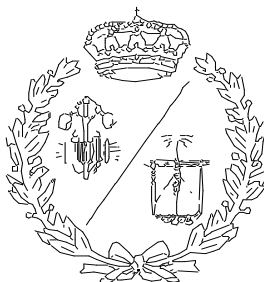


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COMO PUNTO DE
RECARGA PARA EL REPARTO DE MERCANCÍAS A
TRAVES DE DRONES EN ZONAS RURALES**

(Photovoltaic installation as a recharging point for the
distribution of goods through drones in rural areas)

Para acceder al Título de

**GRUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Alejandro Mena Pruneda

Septiembre – 2019

ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO N°1: MEMORIA
 - ANEXOS DE LA MEMORIA
- DOCUMENTO N°2: PLANOS
- DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PROYECTO

Mediante este proyecto se pretende analizar como los drones pueden servir de apoyo para realizar el reparto de la correspondencia de una manera más rápida en localizaciones donde la orografía supone un factor muy importante. Por este motivo se escogió la comarca de Liébana, donde muchas de sus poblaciones las separan largas distancias en carretera debido a que las altas montañas que se encuentran a su alrededor no permiten un paso más rápido.

Para realizar el reparto los drones partirán de un punto fijo y población más importante de la comarca, Potes. Es aquí, concretamente en la Oficina de Correos, donde irá situada la instalación solar fotovoltaica, diseñada para suministrar la carga suficiente a las baterías de los drones después de cada viaje.

En primer lugar, se analizarán los dos segmentos en los que está compuesto el mercado postal: Segmento SPT (productos postales más tradicionales, cartas, tarjetas postales y publicidad directa) y Segmento CEP (paquetería). Para ello, se toma de referencia un estudio de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia sobre los tipos de envíos que se realizan en España y que empresas se encargan de repartirlos. Dentro de las empresas que están involucradas en el sector logístico se escogerá únicamente la empresa pública Correos.

Al tratarse de datos referidos a nivel nacional, estos se adaptan según la población de la comarca de Liébana de tal forma que nos dan una visión de la carga que habrá que repartir y la tipología de la misma.

Una vez que ya se tiene información sobre la carga que hay que repartir, se realizara un estudio del viento. Este estudio es muy importante ya que los drones son muy sensibles a este fenómeno. La velocidad del mismo, así como la dirección serán determinantes a la hora de establecer la autonomía de la batería.

Conociendo las condiciones con las que va a tener que trabajar el dron, se dispone a la elección del mismo.

La elección del dron ha quedado muy limitada principalmente por la autonomía, el alcance y las condiciones mínimas de carga que tiene que cumplir para poder repartir la mayor carga posible (mínimo 2kg, aproximadamente un paquete por viaje).

A todas estas condiciones primordiales se le suman también otras como la altura y también la climatología.

A continuación, ya se comenzará con el diseño de la instalación solar fotovoltaica, realizando primero un estudio solar para conocer la irradiación de la zona. Más adelante se comenzará a dimensionar los distintos elementos comenzando con los paneles fotovoltaicos y terminando con las protecciones.

Finalizados los cálculos técnicos se llevará a cabo un análisis económico teniendo en cuenta la factura eléctrica aproximada de la oficina de Correos, así como el consumo de carburante de los vehículos para compararlo con la propuesta de los drones.

PROJECT SUMMARY

This project aims to analyze how drones can support the distribution of correspondence more quickly in locations where orography is a very important factor. For this reason the region of Liébana was chosen, where many of its populations are separated by long distances on the road due to the high mountains that are around it do not allow a faster passage.

To make the distribution of drones from a fixed point and most important population of the region, Potes. It is here, specifically at the Post Office, where the photovoltaic solar installation is located, specifically to supply enough charge to drone batteries after each trip.

First, the two segments in which the postal market is composed will be analyzed: SPT segment (more traditional postal products, letters, postcards and direct mail) and CEP segment (parcel). For this, a study of the National Commission of Markets and Competition on the types of shipments made in Spain and companies are responsible for distributing them is taken as a reference. Among the companies that are involved in the logistics sector, the public company Correos will be chosen.

When dealing with data referred to at national level, these are adapted according to the population of the region of Liébana in such a way that they give us a vision of the load that will have to be distributed and the typology of it.

Once you have information about the load to be distributed, a wind study is carried out in the places where you have records. This study is very important since drones

are very sensitive to this phenomenon. The speed of the same, as well as the direction will be decisive when establishing the autonomy of the battery.

Knowing the conditions under which the drone will have to work, it is available to choose it.

The choice of the drone has been very limited mainly due to the autonomy, range and minimum load conditions that must be met in order to distribute the greatest possible load (minimum 2kg, approximately one package per trip).

To all these primary conditions are also added others such as height and weather. Then, the design of the photovoltaic solar installation will begin, first conducting a solar study to know the irradiation of the área. Later, the different elements will begin to be dimensioned starting with the photovoltaic panels and ending with the protections.

Once the technical calculations are completed, an economic analysis will be carried out taking into account the approximate electricity bill of the Post Office, as well as the fuel consumption of the vehicles to compare it with the drone proposal.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. – Dron de ala fija.....	17
Figura 2. – Dron de ala rotativa.....	17
Figura 3. – Dron controlado remotamente.....	19
Figura 4. – Componentes de un dron.....	20
Figura 5. – Dron de Amazon.....	25
Figura 6. – Dron de Google.....	26
Figura 7. – Dron de Jingdong.....	26
Figura 8. – Drones preparados para una carrera.....	28
Figura 9. - El efecto fotoeléctrico.....	29
Figura 10. - El efecto fotovoltaico.....	30
Figura 11 – Esquema de un sistema fotovoltaico aislado.....	34
Figura 12. – Comarca de Liébana.....	37
Figura 13. – Ubicación de la instalación solar fotovoltaica.....	38
Figura 14. – Esquema instalación solar.....	40
Figura 15. – La comarca de Liébana y sus poblaciones.....	57
Figura 16. – Punto de recogida en una localidad.....	58
Figura 17. – Punto de entrega en Potes.....	59
Figura 18. – Bloque de viviendas con plataformas para drones.....	59
Figura 19. – Interfaz de la aplicación UAV Forecast.....	64
Figura 20. – Cargador IMAX B6 AC-DC.....	72
Figura 21. – Conexión de una batería de un dron a un cargador.....	73
Figura 22. – Batería OPZ-S 24 V 765 Ah Transparente Tudor-Exide.....	88
Figura 23. – Conexión en serie de paneles solares fotovoltaicos.....	89
Figura 24. – Conexión en paralelo de paneles solares fotovoltaicos.....	89

Figura 25. – Conexionado en serie-paralelo de paneles solares fotovoltaicos.....	90
Figura 26. – Factura eléctrica de la oficina de Correos.....	114
Figura 27. – Factura eléctrica de la oficina de Correos añadiendo las baterías.....	115
Figura 28. – Componentes de una bicicleta eléctrica.....	143
Figura 29. – Bicicleta eléctrica BH Evo Street Pro.....	146

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. – Mix eléctrico español 2018.....	32
Gráfico 2. – Evolución de la potencia instalada solar fotovoltaica en España (MW).....	33
Gráfico 3. – Rendimiento del panel al paso de los años.....	41
Gráfico 4. – Valores de viento en Camaleño, Fuente De.....	61
Gráfico 5. – Valores de viento en Cillórgo de Liébana, Tama.....	62
Gráfico 6. – Valores de viento en Tresviso.....	66
Gráfico 7. – Datos mensuales de irradiación en Potes.....	76
Gráfico 8. – Potencia nominal de los paneles solares.....	81
Gráfico 9. – Coste de la electricidad mediante diferentes tecnologías.....	120
Gráfico 10. – Evolución del precio de módulos fotovoltaicos.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. – Principales características del dron seleccionado.....	39
Tabla 2. – Macrodatos del segmento SPT en España.....	51
Tabla 3. – El segmento SPT en Liébana.....	51
Tabla 4. – Clasificación de los envíos SPT según la tipología.....	52
Tabla 5. – Envíos diarios SPT por municipios.....	52
Tabla 6. – Macrodatos del segmento CEP en España.....	53
Tabla 7. – El segmento CEP en Liébana.....	53
Tabla 8. – Clasificación de los envíos CEP según la tipología.....	54
Tabla 9. – Envíos diarios CEP por municipios.....	54
Tabla 10. – Envíos diarios de paquetes de hasta 2 kg por municipios.....	55
Tabla 11. – Características del dron md4-3000 para el reparto de mercancías.....	63
Tabla 12. – Características del dron HE190E para el reparto de mercancías.	63
Tabla 13. – Características del dron MATTERNET M2 para el reparto de mercancías.....	63
Tabla 14. – Características del dron Geodrone para el reparto de mercancías.....	64
Tabla 15. – Consumo energético de las baterías de los drones.....	66
Tabla 16. – Datos del consumo anual.....	73
Tabla 17. – Medias diarias de irradiación global recibida.....	75
Tabla 18. – Comparativa entre las tecnologías de silicio aplicadas a los paneles fotovoltaicos.....	76
Tabla 19. – Precio de paneles solares según su potencia.....	80
Tabla 20. – Comparativa entre baterías de Plomo-Ácido y baterías de Litio...	83
Tabla 21. – Consumo de las baterías de los drones.....	93

Tabla 22. – Calculo de la sección del conductor entre paneles y regulador...	94
Tabla 23. – Calculo de la sección del conductor entre regulador y acumulador.....	95
Tabla 24. – Calculo de la sección del conductor entre acumulador e inversor	95
Tabla 25. – Secciones comerciales de cable de cobre.....	96
Tabla 26. – Intensidades máximas admisibles.....	96
Tabla 27. – Diámetros exteriores mínimos de los tubos.....	97
Tabla 28. – Inversión a realizar para la instalación fotovoltaica	110
Tabla 29. – Consumo de energía diario en la oficina de Correos.....	111
Tabla 30. – Numero de Vehículos del Grupo Correos en Potes.....	115
Tabla 31. – Cobertura anual de los drones.....	115
Tabla 32. – Cobertura anual de los drones (2).....	116
Tabla 33. – Gasto en combustible para el transporte.....	116
Tabla 34. – Ahorro anual realizando el reparto mediante bicicletas.....	144
Tabla 35. – Ahorro anual realizando el reparto mediante bicicletas	147

DOCUMENTO N°1:

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO DEL PROYECTO.....	13
1.2 ALCANCE DEL PROYECTO.....	14
2 DRONES.....	15
2.1 FUNDAMENTO DE LOS DRONES.....	15
2.1.1 Tipos de drones.....	15
2.1.2 Métodos de control.....	17
2.1.3 Componentes principales.....	17
2.2 VENTAJAS.....	22
2.3 INCONVENIENTES.....	23
2.4 PRIMERAS PRUEBAS.....	23
2.4.1 Amazon.....	24
2.4.2 Google.....	24
2.4.3 Jingdong.....	25
2.5 APLICACIONES DE LOS DRONES.....	26
2.5.1 Ayuda humanitaria.....	26
2.5.2 Inspecciones agrícolas, industriales y energéticas	26
2.5.3 Uso audiovisual.....	27
2.5.4 Competición.....	27
3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	28
3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	28
3.2 VENTAJAS.....	29
3.3 CONTRIBUCIÓN EN ESPAÑA AL MIX ENERGÉTICO.....	31
3.4 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	32

3.4.1 Sistemas aislados.....	32
3.4.2 Sistemas conectados a la red	33
3.5 EL AUTOCONSUMO COMO ALTERNATIVA.....	34
3.5.1 Autoconsumo en España.....	35
4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	36
4.1 LUGARES A DISTRIBUIR.....	36
4.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	37
4.3 EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE REPARTO.....	38
4.4 DESCRIPCIÓN DEL DRON ELEGIDO.....	38
4.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	39
4.5.1 Panel fotovoltaico.....	40
4.5.2 Estructura soporte.....	40
4.5.3 Acumulador.....	40
4.5.4 Regulador de carga	41
4.5.5 Inversor solar	41
4.5.6 Conexión.....	41
5 MODELO DE BICICLETA ELÉCTRICA ADECUADO.....	41
6 PRESUPUESTO.....	41
7 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	42
8 CONCLUSIÓN.....	43

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO DEL PROYECTO

La despoblación en zonas rurales es un hecho que se está acentuando cada vez más en nuestro país. Dependiendo de la región donde estemos hay unas causas que prevalecen sobre otras. En general podemos mencionar las siguientes:

- Deficiencias en la red de transporte.
- Mala conectividad a Internet.
- Falta de puestos de trabajo.

Para paliar este éxodo hacia las ciudades es necesario que, en todo momento, la población rural tenga a su disposición unos servicios adecuados.

El siguiente trabajo se centra en la comarca de Liébana, Cantabria. La situación de algunos pueblos debido a la orografía de la zona provoca que el acceder a los mismos sea un trayecto largo a pesar de que la distancia no sea excesiva. Por este motivo, se expondrá una solución basada en la utilización de drones tanto en el sector postal como en el sector de mensajería y paquetería para hacer llegar a la población su correspondencia en menor tiempo, incluso cuando las condiciones climatológicas no sean óptimas. A su vez, este método de entrega supondrá una disminución del número de desplazamientos del transportista, que tendrá como consecuencia la reducción del uso de combustibles, así como un aumento de la seguridad laboral del trabajador.

Con la incorporación de los drones dentro de las tareas de reparto, no se pretende sustituir la función del cartero. Los drones servirán como herramienta de apoyo para que la correspondencia llegue lo más rápido posible a cada destino y estarán controlados en todo momento por el cartero responsable.

Además, en este proyecto se realizará el cálculo y diseño de una instalación solar fotovoltaica para suministrar la carga que necesitan las baterías de los drones y de esta manera ver las ventajas que tiene el autoconsumo eléctrico. Esta instalación la situaremos en el edificio de Correos de Potes, donde partirán todos los drones hacia el destino asignado por el transportista.

También es objeto de este trabajo demostrar la viabilidad de esta propuesta, evaluando las repercusiones económicas, medioambientales y sociales que acarrea la inclusión de esta tecnología.

Finalmente, cabe destacar que la implementación de los drones se puede llevar a cabo si hay una actualización de la normativa que actualmente es restrictiva para el reparto de mercancía.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto tiene los siguientes puntos importantes que abordar:

- Estudio de los envíos que se realizan y características.
- Estudio del viento.
- Elección del dron y características.
- Estudio solar.
- Diseño de la instalación.
- Análisis Económico

2. DRONES

Tal y como se ha dicho en apartados anteriores, la población rural tiene una serie de necesidades y éstas hay que ir solucionándolas adaptando las nuevas tecnologías de la misma manera que se está haciendo en las ciudades. Es aquí donde aparecen los drones.

2.1. FUNDAMENTO DE LOS DRONES

Los drones se definen como robots voladores no tripulados por personas que pueden ser manejados mediante control remoto o funcionar de manera autónoma mediante un software. Aunque su uso está cada vez más generalizado, estos se utilizaban desde hace ya un siglo en conflictos bélicos por lo que no se puede decir que se trate de un invento reciente pero como es obvio han sufrido un gran avance tecnológico.

Dentro del transporte aéreo de mercancías, no se consideran aptos para el transporte a larga distancia sino más bien para trayectos cortos. Su implantación y consolidación como medio de transporte dependerá en gran medida de los costes.

2.1.1 Tipos de drones

Los diferentes modelos de drones se pueden clasificar según el tipo de ala, según su uso y según su aplicación.

Estos aparatos son más pesados que el aire por lo que necesitan de elementos de sustentación (alas) para poder volar. En función de sus alas, los drones se clasifican en:

- Drones de ala fija

Se caracterizan por necesitar una cierta velocidad lineal para que se produzca la sustentación por diferencia de presiones entre la parte superior del ala y la inferior. Debido a su aerodinámica son drones con una buena eficiencia (buenos tiempos de vuelo), por el contrario, tienen poca maniobrabilidad, no pueden despegar ni aterrizar en vertical y no pueden quedarse estáticos en el aire. Por estos motivos, se utilizan en labores relacionadas con grandes superficies de terreno.



Figura 1. – Dron de ala fija

- Drones de ala rotativa

La característica principal de estos drones es que utilizan palas que giran para crear la fuerza de sustentación. Dentro de este tipo de drones se encuentran: Multirrotores (los más utilizados), helicópteros y autogiros.

El funcionamiento de los multirrotores se produce gracias a una alternancia en el sentido de giro de dichas palas o hélices, maniobrando hacia un sentido cuando se revoluciona más un motor que otro. Dependiendo de los rotores que tengan se clasifican en: Tricópteros, cuadricópteros, hexacópteros....

Al contrario que los de ala fija, estos pueden despegar y aterrizar de manera vertical, así como mantenerse quietos en un punto fijo. Sus precios más asequibles, unido a que los hay de diferentes tamaños, autonomía, alcances y formas, hace que sean los más adecuados a la hora de llevar a cabo el proyecto propuesto.



Figura 2. – Dron de ala rotativa

El creciente interés por este tipo de tecnología ha provocado que el mercado de los drones haya aumentado y que en la actualidad haya una gran variedad de ellos a precios razonables según el uso que se les vaya a dar. Es por eso que se pueden encontrar desde los llamados “minidrones”, ideales para comenzar y con precios que oscilan entre los 20 y los 90 euros, hasta drones profesionales cuyo equipamiento representa lo mejor de la industria a día de hoy. En un rango intermedio se encontrarían los drones de iniciación que no requieren una inversión muy elevada y cuyas prestaciones son similares a las de un dron profesional.

Las aplicaciones de los drones son muy variadas y se entrara en detalle en algunas de ellas en apartados posteriores. De forma general, se clasificarán según su aplicación en drones civiles y en drones militares.

Drones civiles los llamaremos a aquellos que tengan un uso doméstico o recreativo y no necesitan licencia para ser pilotados, así como los que tengan fines comerciales que en este caso si necesitaran una acreditación. Este último caso es el relacionado con el proyecto.

Los drones militares, como su propio nombre indica, serán utilizados por los ejércitos para realizar tareas de reconocimiento, vigilancia y ataques selectivos entre otras aplicaciones.

2.1.2 Métodos de control

El manejo del dron es una característica importantísima a la hora de realizar la elección del mismo para una cierta aplicación. Existen distintos tipos según se requiera una mayor o menor vigilancia, estos son:

- **Drones autónomos**

Los drones con este método de control no necesitan a nadie que los controle desde tierra, solamente necesitan que su ruta sea programada. Ellos mismos mediante sensores y señal GPS son capaces de llegar desde un punto a otro, es decir, se guían a través de sus propios sistemas.

- **Drones supervisados o monitorizados**

Este tipo de drones pueden realizar tareas de forma autónoma, pero precisan de un técnico para supervisar el resultado post vuelo y para decidir previamente una ruta.

- Drones de control remoto

En este caso son controlados directamente por una persona. Además de los controles típicos de radiocontrol, así como los accesorios: motores, variadores, emisoras, servos, baterías...pueden llevar instalada una cámara para maniobrar incluso sin tener contacto visual del mismo.



Figura 3. – Dron controlado remotamente

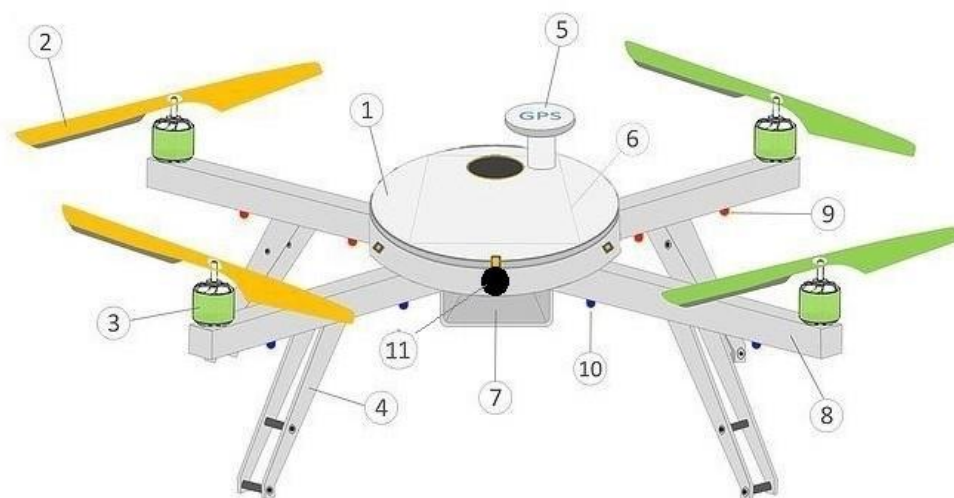
2.1.3 Componentes principales

El hecho de que existan multitud de drones con diseños muy distintos, pudiendo adquirir formas y tamaños variados provoca que algunos de ellos tengan incorporados unos componentes que otros no tienen. Por este motivo a lo largo de este apartado se hará una descripción de manera generalizada sobre los distintos componentes que pueden tener incorporados.

La que si es una característica común en todos ellos es la de estar compuestos por materiales ligeros para reducir su peso al máximo y facilitar también la maniobrabilidad. Además, un aspecto a tener en cuenta es que los materiales sean lo más resistentes posibles a elevadas altitudes, cambios de temperatura y velocidad.

Su diseño es, dentro de lo posible, aerodinámico. Se realiza el apunte “dentro de lo posible” ya que en función de la aplicación que tenga interesará que sea más veloz o no. En el caso del presente proyecto, no es una condición indispensable ya que es más importante que sean capaces de portar el mayor peso posible y no tanto el tiempo que tarden en entregarlo.

Una vez realizada esta visión general, se entrará al detalle en las distintas partes que componen un dron según la siguiente figura:



- | | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. Cubierta o carrocería | 5. GPS | 9. Iluminación LED trasera |
| 2. Hélice | 6. Unidad de control | 10. Iluminación LED delantera |
| 3. Motor eléctrico | 7. Batería | 11. Cámara |
| 4. Tren de aterrizaje | 8. Chasis | |

Figura 4. – Componentes de un dron

1. *Cubierta o carrocería* define la apariencia externa, varía según el diseño del dron. Su función es la de dar solidez al aparato y proteger el núcleo central de factores externos como precipitaciones y aves. Además, ha de ser lo más aerodinámica posible para no malgastar la batería por fricción con el aire.
2. *Hélices*. Son las encargadas de elevar el dron y mantenerlo suspendido en el aire. La potencia que les transmiten los motores hace posible que cumplan esa función. Pueden ser de dos o tres aspas, las de dos aspas son más comunes ya que, a pesar de que las de tres mejoran la estabilidad, consumen más energía.
3. *Motores eléctricos*. Transforman la energía eléctrica en movimiento circular que pasa a transmitirse a las hélices y causará un empuje que permitirá elevar el dron y así comenzar el vuelo. Pueden ser trifásicos (más caros, pero

a la vez más potentes y eficientes) o bifásicos (más económicos, pero más pesados y con más pérdidas), los trifásicos son los más comunes. Lo más habitual es que los drones tengan cuatro motores (cuadricóptero), seis (hexacóptero), u ocho (octacóptero), siendo siempre un número par, para tener simetría en el diseño y mantener en todo momento la estabilidad durante el vuelo.

4. *Tren de aterrizaje* es una parte clave, y es donde el dron se apoya tanto al despegar como al tomar tierra para evitar sufrir daños durante el descenso. En el caso de la figura tiene forma de patas, pero en los drones de ala fija es una simple chapa metálica situada en su parte inferior. El objetivo de esta estructura es dar estabilidad a dichas maniobras y también por ello es necesario que se realice en una superficie plana y a poder ser horizontal.
5. *GPS*. Permite conocer las coordenadas exactas del dron, incluyendo su altura y velocidad. A su vez permite que el aparato pueda moverse de forma autónoma. Este sistema será clave en el devenir del proyecto ya que se podrá saber en todo momento la situación del envío y controlar todo el proceso a distancia. Además, será importante desde el punto de vista del receptor que podrá saber cuánto tiempo tardará en recibirlo en función del estado del mismo.
6. *Unidad de control* es el ordenador integrado que recoge datos del sistema del dron, realiza todos sus movimientos y además controla los distintos elementos electrónicos que incorpora. Estos son:
 - *Acelerómetro*: Mide mediante sensores, la aceleración y las vibraciones del dron.
 - *Giroscopio*: Permite conocer la posición del dron en el espacio y mide la velocidad angular de los cambios de posición que se van produciendo.
 - *Altímetro*: Sensor que regula automáticamente la altura del vuelo sin que el dron pierda la estabilidad, manteniéndolo en la posición escogida.
 - *ESC o control electrónico de velocidad*: Controla la velocidad de rotación de los motores mediante la regulación de la energía eléctrica que les llega. De manera que para frenar o acelerar proporciona menos o más potencia a los motores, respectivamente.

- Brújula: sensor de rumbo, mide la dirección del campo magnético de la Tierra para conocer la orientación del dron con respecto al norte magnético.
 - Sensores de proximidad: Incorporados en drones autónomos, sirven para detectar la presencia de obstáculos. La conexión de estos sensores con el procesador permite corregir la trayectoria en caso de que sea necesario.
 - Procesador: Se encarga de registrar, ordenar y coordinar la información recibida por todos los elementos electrónicos y realizar una respuesta ante las mismas. Es decir, que si los sensores del dron detectan un objeto en su trayectoria y esta información es enviada al procesador, este tiene que ser capaz de girar o modificar el funcionamiento de los motores para que no impacte contra el objeto.
7. *Batería* es la encargada de proporcionar la energía eléctrica a los motores. Hay varios tipos de baterías utilizadas en los drones, las de Ni-Cd, Ni-MH, Ion-Litio y Li-Po (polímero de litio) que son las más modernas y las más utilizadas debido a que tienen largas tasas de descarga, con lo cual la duración es elevada y tienen un peso reducido.
8. *Chasis* es la estructura central, la que determina el tamaño y el resto de características del dron. Ha de ser de un material lo más ligero posible pero a la vez resistente. Para cumplir con esas características han aparecido los materiales compuestos: fibra de carbono, fibra de vidrio y plástico.
9. *Iluminación LED trasera* tiene la función de hacer visible al dron por la parte trasera, tanto de día como de noche.
10. *Iluminación LED delantera* tiene la función de hacer visible al dron por la parte delantera, tanto de día como de noche.
11. *Cámara*. Muchos drones (como el de la figura) la llevan incluida, y otros permiten su instalación. Ofrecen la posibilidad de visualizar en primera persona lo que se vería desde el dron, además de la toma de imágenes y vídeo aéreo. En aquellos que son dirigidos son fundamentales para poder controlarlos.

Todos estos componentes son los que generalmente forman parte de un dron, pero hay uno que no se ha comentado y que es importantísimo en el caso de que nuestro

método de control sea a través de control remoto, y no es otro que el mando de control con el cual pilotamos el aparato a partir del control de los motores y del resto de sistemas que influyen en el vuelo.

2.2. VENTAJAS

De cara al futuro, se espera que los drones desempeñen un papel importante dentro del ámbito de la logística. Siempre que se consiga un avance tecnológico en los mismos que les permita transportar suficiente carga (tamaño medio o pequeño) y a una distancia considerable. Estas son las ventajas que nos aportan los drones:

- Reducción de los tiempos de envío
Con el ritmo de vida que tiene gran parte de la sociedad actual, sobretodo aquella que vive en grandes ciudades, el tiempo se considera un bien muy preciado. Los drones favorecen la reducción de los plazos si se compara con cualquier otra solución.
- Ahorro de costes de transporte y de distribución
Muchos drones son dirigidos a distancia por una persona, pero hay otros que funcionan de manera autónoma. Ambos tienen en común que no se necesita conductor en el dron en sí. El ahorro en combustible también es otro punto a favor, ya que son eléctricos.
- Reducción del riesgo humano
Al ser un vehículo no tripulado provocara una reducción de los accidentes laborales que se registran dentro del sector y que cada vez son más frecuentes debido entre otros factores, al interés por acortar los plazos de entrega.
- Envíos menos contaminantes
La energía que mueve un dron es la de una batería eléctrica, cuando la mayoría de las alternativas que tenemos para realizar un reparto son a través de un motor de combustión. La posibilidad de reducir las emisiones sobretodo en casos de trayectos cortos supone una gran ventaja.
- Ampliación del alcance de los servicios de transporte
Posibilidad de acceder a lugares menos accesibles, lo cual mejora la eficacia de las entregas en zonas donde tardaban más en llegar debido a la baja demanda.
- Largos turnos de servicio

Aunque siempre es necesario que un técnico este controlando el trayecto del dron, al no necesitar un conductor pueden trabajar de forma continua durante muchas horas.

2.3. INCONVENIENTES

Como toda innovación tecnológica, su uso puede contener una serie de puntos negativos. Éstos se detallan a continuación:

- Estudio de la entrega de envíos debido a su dificultad
Los drones necesitan una superficie de aterrizaje y una forma segura de gestionar la entrega como podría ser en el caso de una vivienda unifamiliar, realizar la entrega en el jardín donde solo pueden acceder los propietarios. Por ejemplo, otra de las opciones sería la de fijar un punto de entrega con el destinatario o encargado de zona, si el primero no se encuentra cerca de su domicilio, antes de que el dron emprenda el vuelo. La ventaja que se tiene en el caso de la vivienda unifamiliar es que no es necesario que el destinatario este en casa.
- Reducida capacidad de carga en comparación con motos o furgonetas
- Alcance menor en comparación con el de un transporte por carretera tradicional.
- Legislación aérea que se va adaptando a los diferentes ámbitos de uso de estos aparatos pero que en España sigue siendo aún bastante restrictiva.
- Posibles dificultades de funcionamiento en condiciones climáticas adversas, ya que los drones son sensibles al viento.

2.4. PRIMERAS PRUEBAS

Importantes compañías ya han comenzado a realizar envíos mediante drones. Ciertamente que no abundan y las que lo han hecho son empresas con un gran status mundial y un gran poder adquisitivo. A continuación, se comentarán los proyectos

que han llevado a cabo algunas de ellas. Estos proyectos han dejado buenas sensaciones dentro del sector, realizados mediante una constante supervisión para ir mejorando en todo lo posible el proceso.

2.4.1 Amazon

El proyecto de los drones de reparto comenzó en 2013. Desde entonces, la compañía está desarrollando prototipos capaces de realizar entregas. Amazon defiende que es un sistema rápido, seguro y eficiente, tanto o más que los servicios tradicionales con camión o furgoneta.

Actualmente ha desarrollado un dron capaz de transportar pedidos de hasta 2,3 kg en menos de 30 minutos en un rango de hasta 24 km desde el centro de reparto. Como un alto porcentaje de los paquetes que distribuye la compañía no llega a los 2 kg, el reparto mediante drones es totalmente viable.

Otro aspecto a tener en cuenta y por el cual la multinacional está intentando llegar a acuerdos con los gobiernos de los países no es otro que la regulación que permita plenamente su operativa. En este sentido Reino Unido tiene una legislación más permisiva y por ello Amazon realiza numerosas pruebas allí.



Figura 5. – Dron de Amazon

2.4.2 Google

Wing, así se llaman los drones de reparto de Google y los primeros drones con licencia en EEUU para realizar entregas comerciales a clientes reales y no solo como parte de ensayos controlados. En este aspecto Google se adelanta a Amazon dentro del país americano ya que a Amazon solo se le había otorgado licencias temporales para realizar recorridos cortos y experimentales.

El dron tiene 12 rotores independientes y vuela a una altura de 120 metros. Puede transportar hasta 1,5 kilos de peso y tiene una autonomía de unos 20 kilómetros. A diferencia de otros este no necesita aterrizar, al llegar al destino hace descender la

carga con un cable hasta el jardín o la puerta de casa del destinatario. De momento, no operan en áreas urbanas.



Figura 6. – Dron de Google

2.4.3 Jingdong

La compañía china líder del comercio electrónico en su país, realiza reparto de productos en zonas rurales desde 2016. Prestan sus servicios en áreas de poca población, teniendo en cuenta la normativa tan inflexible que tiene China en materia de drones.

Los drones de reparto pueden llevar hasta 15 kilos de carga y pueden desplazarse a una velocidad de 54 kilómetros por hora. El dron recoge el producto desde su almacén de distribución y lo lleva hasta los ciudadanos de estas zonas, que, aunque poco pobladas, reciben un servicio de igual o mejor calidad que el de los habitantes de las grandes ciudades. Este proceso de reparto lo quieren expandir más allá de las zonas rurales o de poca población al igual que las otras empresas anteriormente mencionadas.



Figura 7. – Dron de Jingdong

2.5. APLICACIONES DE LOS DRONES

En este proyecto se utilizan los drones como transporte de repartición de correspondencia y paquetería, pero hay muchas más aplicaciones de estos aparatos que conviene destacar.

2.5.1 Ayuda humanitaria

Mediante los drones es posible enviar todo tipo de producto para ayuda humanitaria en cualquier zona del planeta. Se pueden llevar desde medicamentos hasta bolsas de transfusión de sangre a aquellos centros de atención sanitaria que los necesiten. De este modo se garantiza que los productos puedan llegar en perfectas condiciones y a tiempo gracias a la rapidez de los envíos.

Con la aplicación de drones dentro de este ámbito conseguimos salvar muchas vidas ya que son prácticamente el único medio posible de ayuda en casos de desastres naturales importantes como terremotos y huracanes, así como en ciertos lugares del mundo donde acceder a los mismos es muy complicado.

2.5.2 Inspecciones agrícolas, industriales y energéticas

Como se indicó en apartados anteriores, dentro de todas las aplicaciones que podían tener los drones en el ámbito militar estaba la de inspeccionar el territorio. Inspirado en ese uso, los drones pueden servir para supervisar los cultivos agrícolas. El uso de sensores y cámaras de alta definición, así como de cámaras térmicas permite detectar al instante si hay plagas o enfermedades, fugas de agua, etc. Con estos aparatos evitamos que se extiendan.

De la misma manera, se pueden emplear para realizar inspecciones en instalaciones industriales. En poco tiempo es posible conocer el estado de todos los elementos, incluidos aquellos de difícil acceso para cualquier persona, de una forma segura y eficiente. Además, donde tienen un mayor uso debido a que se asegura la integridad física del técnico que tenga que hacer esas revisiones, es dentro del ámbito energético.

La inspección de las líneas eléctricas y de instalaciones solares es una tarea que están realizando cada vez más este tipo de aparato. La capacidad que tienen de

generar nuevos puntos de vista y de recorrer más puntos de la instalación en menor tiempo les hacen punteros dentro de este sector.

2.5.3 Uso audiovisual

La proliferación de los drones dentro de la industria audiovisual es debido a que estos aparatos son capaces de realizar unas tomas y unas perspectivas aéreas para la fotografía y video que solo desde ellos se pueden tomar. Además, la calidad de la cámara que o bien llevan incorporada o bien la incorporamos nosotros hace que las imágenes no difieran de aquellas tomadas por un fotógrafo.

Actualmente, es muy común verlos en eventos deportivos donde gracias a ellos se consiguen realizar retransmisiones en directo desde puntos de vista únicos.

2.5.4 Competición

Los drones de carreras son un reclamo cada vez mayor entre las personas que los utilizan de un modo recreativo. Estos drones son pequeños y con motores de alta potencia que alcanzan velocidades cercanas a los 100 km/h, por lo que requieren un elevado nivel de pilotaje. Para pilotarlos se utilizan unas gafas que provocan una sensación igual que si estuvieras dentro del mismo.

En España aún se está introduciendo este tipo de competición, pero ya cuenta con una liga propia. Es fuera de Europa donde tiene una gran repercusión. Una de las mayores ventajas que tienen estas carreras es a la hora de ser emitidas, ya que las imágenes son compartidas mediante emisores de video permitiendo visualizarlas al público asistente y a todo el mundo cuando estas se comparten por Internet.



Figura 8. – Drones preparados para una carrera

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La energía solar fotovoltaica convierte de forma directa los rayos del sol en electricidad. Para ello, utiliza módulos fotovoltaicos compuestos de células solares que realizan esta transformación energética.

El conocido como efecto fotovoltaico se basa en el efecto fotoeléctrico y es el fenómeno físico que entra en juego en esta conversión de energía. Se fundamenta en la aparición de una corriente eléctrica en ciertos materiales semiconductores cuando estos se ven iluminados por radiación electromagnética.

El silicio es un semiconductor y es el material que más se utiliza para la composición de los paneles. Debido a las propiedades químicas que tiene, los fotones incidentes son absorbidos por los electrones dotándoles de una cantidad de energía que, si es lo suficientemente grande, provocara que se desprendan del material.

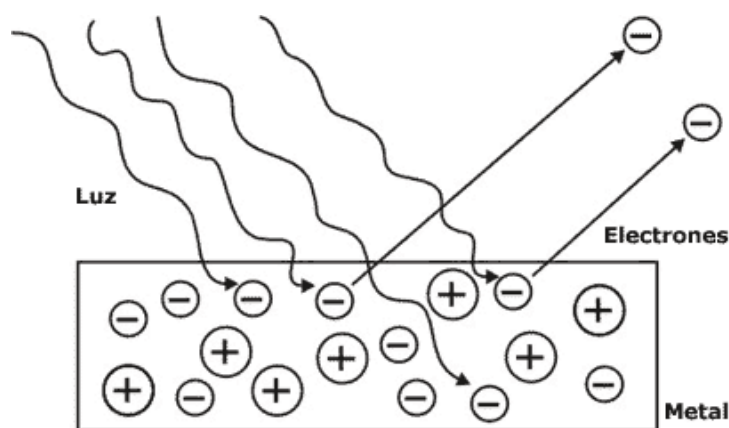


Figura 9. - El efecto fotoeléctrico

Para hacer efectivo este efecto se combinarán dos capas de material semi-conductor, pero con cargas eléctricas opuestas en cada capa.

Un conductor externo permite el flujo de electrones de una capa a otra cuando la célula recibe radiación produciéndose así una corriente eléctrica.

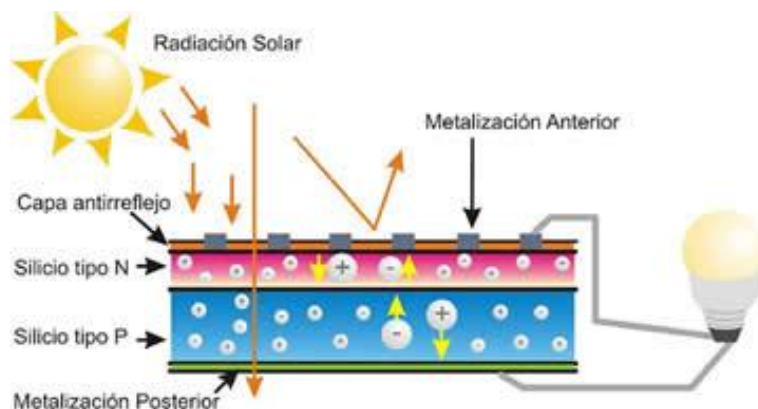


Figura 10. - El efecto fotovoltaico

3.2. VENTAJAS

El uso de energía renovable a partir del sol es una fuente de energía inagotable. Si bien este puede ser el mayor beneficio, esta energía presenta otras ventajas que comentaremos a continuación:

- Energía limpia

Actualmente ya somos más conscientes de que la cantidad de emisiones de CO₂ que emitimos diariamente a la atmósfera está dañando seriamente nuestro planeta. La actividad humana provoca el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero por lo que la atmosfera retiene más calor del necesario provocando el aumento de las temperaturas y como consecuencia el deshielo de los polos, la desertificación, incendios, tormentas e inundaciones. Si continuamos a este ritmo el daño será irreparable, por este motivo hay que apostar por las energías renovables y preservar bosques y océanos.

Dentro de los sectores de actividad, el sector de electricidad y calefacción es una fuente de emisión de gases de efecto invernadero importante, supone el 25 % del total. Aquí es donde debe tener un papel importante la energía solar fotovoltaica ya que no produce ningún residuo durante su periodo de explotación. Sin embargo, al proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos y al proceso de reciclaje posterior se les están realizando estudios de mejora para minimizar su impacto debido principalmente a la utilización de silicio y que al acabar su vida útil se convierten en residuos.

Esto no quiere decir que su balance sea negativo, la contaminación de una instalación solar desde su fabricación hasta que es retirada del servicio es considerablemente menor que una central térmica.

- Independencia energética

Al instalar un sistema eléctrico de este tipo, se tendrá un sistema auxiliar a la red pública o si el consumo energético no es excesivamente elevado (ejemplo: una vivienda) se podría lograr la total independencia de la red pública, previa instalación de baterías de acumulación como se explicará en los apartados posteriores relacionados con los *tipos de sistemas fotovoltaicos* y el *autoconsumo como alternativa*.

- Recurso gratuito

Si se centra este tema desde el punto de vista económico, la gran ventaja que tiene es que la radiación solar llega a todos los territorios libre de costes, aunque ciertamente la intensidad de radiación no llegue a todos por igual. Por el contrario, los combustibles fósiles según el tipo son más abundantes en ciertas regiones mientras que en otras escasean o simplemente no existen. Las energías tradicionales utilizan estos recursos que no pueden ser renovados, conduciendo a su agotamiento y como consecuencia un incremento cada vez mayor de los precios para su obtención.

Si hay que hacer hincapié en que la energía solar debe convertirse en energía eléctrica o en calor para que sea útil y eso conlleva un proceso con sus costes asociados, pero, en cualquier caso, es una forma de energía barata y cada vez más debido al mayor desarrollo de esta tecnología.

- Amortización de la inversión

Si bien es cierto que inicialmente la inversión puede ser elevada, esta se recupera en poco tiempo. La vida útil de esta instalación es larga y desde su puesta en marcha se consigue ahorrar. Comparando el gasto anual en facturas de electricidad con el gasto de la instalación se verá la amortización de la misma.

3.3. CONTRIBUCIÓN EN ESPAÑA AL MIX ENERGÉTICO

Los últimos datos proporcionados por Red Eléctrica de España han sido realmente positivos para las energías renovables ya que han aumentado su relevancia dentro del sistema eléctrico español contribuyendo al 40 % de la producción eléctrica total. Ciertamente, esto es debido a las buenas condiciones climatológicas porque en los últimos años el aumento de potencia instalada proveniente de renovables ha sido bajo.

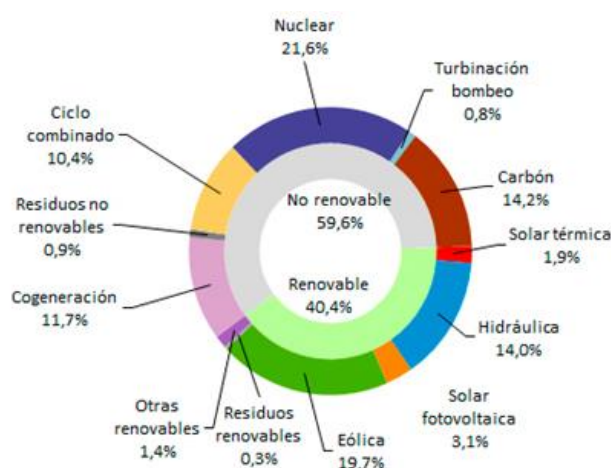


Gráfico 1. – Mix eléctrico español 2018

Durante los próximos años el Gobierno pondrá en marcha nuevas subastas de renovables para cumplir con la estrategia climática y energética acordada con los demás países de la Unión Europea. El presente crecimiento de la economía española también contribuye a que la demanda de energía eléctrica continúe en alza.

Dentro de este contexto la energía solar fotovoltaica tiene un futuro prometedor. Su coste ha disminuido con el paso de los años gracias al abaratamiento de los paneles solares y ahora es un sector muy potente capaz de ofertar precios muy competitivos. Por esta razón se prevé que durante estos años se instalen nuevos megavatios de potencia fotovoltaica.

Este papel protagonista dentro del escenario energético español romperá con un periodo de estancamiento. Tras una primera etapa entre 2007 y 2012 donde la potencia instalada creció ostensiblemente, casi 4 GW en 6 años, desde 2014 hasta 2018, apenas se había visto incrementada dicha capacidad con un total de 50 MW instalados.

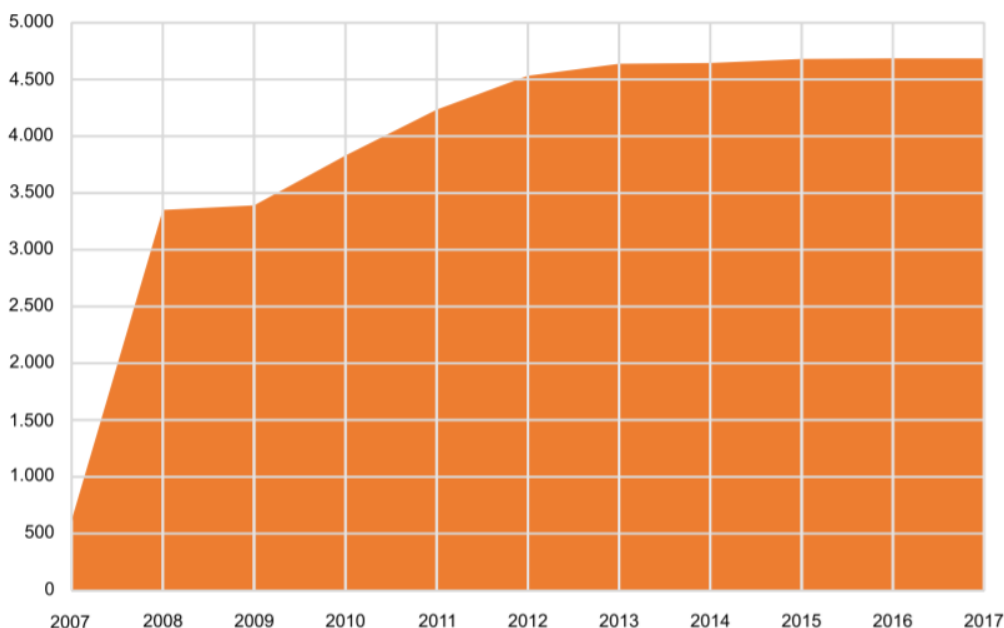


Gráfico 2. – Evolución de la potencia instalada solar fotovoltaica en España (MW)

3.4. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Sistema fotovoltaico se denomina al conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios para captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en energía eléctrica útil.

Se dividen en dos categorías: aislados y conectados a la red. La división de estos sistemas es independiente de su utilización y de la potencia deseada. En la estructura física de ambos sistemas debe haber tres elementos fundamentales: el campo fotovoltaico, sistema de accionamiento de potencia y sistema de adquisición de datos.

El presente proyecto está centrado únicamente en un sistema aislado por lo que se entrará en detalle en este tipo de sistema y se hará una breve explicación de los sistemas conectados a la red.

3.4.1 Sistemas aislados

Se utilizan para proporcionar electricidad a los usuarios con consumos de energía muy bajos para los cuales no compensa pagar el coste de conexión a la red, y para los que sería muy difícil conectarlos debido a su posición poco accesible. Al no estar conectados a la red, normalmente están equipados con sistemas de acumulación de energía.

Los principales componentes que forman un sistema fotovoltaico aislado son: Módulos fotovoltaicos, regulador de carga, inversor y sistema de acumulación (baterías de acumulación).



Figura 11 – Esquema de un sistema fotovoltaico aislado

La energía producida por los módulos fotovoltaicos es almacenada en baterías de acumulación. La carga es alimentada, a través del regulador de carga, por la energía acumulada en las baterías.

En el caso del trabajo, las baterías de los drones tendrán un consumo de energía bajo por lo que se cubrirá la demanda sin necesidad de recurrir a energía auxiliar proveniente de la red. Un aspecto a tener muy en cuenta y que se detallará en apartados posteriores es la elección de las baterías de acumulación, totalmente necesarias ya que el campo fotovoltaico puede proporcionar energía sólo en las horas diurnas y éste deberá dimensionarse de tal modo que permita la alimentación de la carga y la recarga de las baterías de acumulación. Las baterías seleccionadas tendrán que ser capaces de cubrir la demanda máxima, aunque no sea siempre necesaria.

En cuanto al inversor, su finalidad es la de transformar corriente continua (DC) producida por el campo fotovoltaico, en corriente alterna (AC). En el proyecto el objetivo será cargar las baterías del dron. Estas se alimentan a partir de corriente continua, pero para ello habrá que conectar su cargador a tomas de corriente en alterna ya que están diseñados universalmente de esta forma. Por este motivo el inversor será necesario, aunque el consumo final sea en corriente continua.

3.4.2 Sistemas fotovoltaicos conectados a la red

La gran diferencia que tienen respecto a los sistemas aislados es que no tienen sistemas de acumulación, ya que la energía producida durante las horas de insolación es portada a la red. Cuando la insolación no sea suficiente para poder alimentar la carga, ésta será alimentada por la red.

Los principales componentes que forman este sistema son: Módulos fotovoltaicos, Inversor para la conexión a red, dispositivo de intercambio con la red eléctrica y contador de energía bidireccional.

Otra característica que les distingue con los sistemas aislados es que el inversor es uno de los componentes más importantes ya que maximiza la producción de corriente y optimiza el paso de energía entre el modulo y la carga.

La principal ventaja que tiene este tipo es la seguridad de que en todo momento se va a satisfacer las necesidades del usuario, incluso en caso de avería.

3.5. EL AUTOCONSUMO COMO ALTERNATIVA

Apostar por el autoconsumo es apostar por las energías renovables, una decisión que están tomando cada vez más personas ya que supone un ahorro en la factura eléctrica y se contribuye a la protección del planeta.

Debido a las condiciones meteorológicas en España la energía renovable que en general más se utiliza para el autoconsumo es la solar fotovoltaica, por lo que se centrará la explicación en ella. Lo primero sería determinar qué tipo de autoconsumo quiero según los tipos de sistemas fotovoltaicos existentes, los cuales se han explicado en el apartado anterior. Según la decisión que se tome, el usuario será totalmente independiente de la red (necesita baterías), o está le servirá de apoyo cuando no pueda cubrir la demanda.

Los motivos por los cuales se opta por el autoconsumo aislado en este proyecto son los siguientes:

- Instalación rentable: La instalación para autoconsumo resulta ser rentable, aunque el coste inicial sea alto. Está se amortizará al cabo de un tiempo ya que se ahorra el coste fijo de conexión a la red más el coste variable según el consumo realizado.

- Cuidado del medioambiente: Se contribuye al cuidado del medio ambiente en comparación con el daño que hace el uso de la red eléctrica tradicional.
- Espacio adecuado: La radiación solar que llega a la instalación es suficiente como para generar la electricidad requerida.
- Independencia: Al abastecerse con tu propia energía si existe una avería en la red o un apagón no se verá afectado el proceso de carga de las baterías de los drones.

3.5.1 Autoconsumo en España

El año 2019 será recordado como el año en el que se anuló uno de los decretos más polémicos, el conocido como “impuesto al sol” por el cual quienes se autoabasteciesen por medio de energía solar debían pagar un “peaje”.

El problema surgía porque aquellos que se autoabastecían estaban pagando un impuesto simplemente por estar conectados a la red eléctrica, aunque no estuviesen haciendo uso de la misma. A su vez esto provocaba que hasta el momento la viabilidad de la energía solar y del autoabastecimiento no fuese la deseada.

Con el nuevo decreto aprobado el pasado mes de abril se consiguió un nuevo impulso a este tipo de abastecimiento energético. La novedad principal y más ventajosa está relacionada con compensaciones económicas en la factura eléctrica cuando se vierte energía solar excedente a la red eléctrica. A esta ayuda solamente se podrán acoger viviendas e industrias con potencias instaladas inferiores a 100 Kw. Otra novedad importante es la posibilidad de ceder el tejado de tu casa a una empresa externa y recibir ingresos por la producción solar generada.

Estas medidas junto a otras más hacen que los proyectos de autoconsumo comiencen a crecer, así como la creación de empresas dentro del sector fotovoltaico.

4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

4.1. LUGARES A DISTRIBUIR

La distribución de la mercancía se llevará a cabo en la comarca de Liébana que pertenece a la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Liébana es una comarca de 575 km² de superficie y se localiza en el suroeste de Cantabria, lindando con las provincias de Asturias, León y Palencia. Rodeada por altas montañas, tiene un gran valor paisajístico, y está favorecida por un microclima benigno. Es un lugar tradicional para el turismo rural.

La comarca la componen 7 municipios: Cabezón de Liébana, Camaleño, Cillorigo de Liébana, Pesaguero, Potes, Tresviso y Vega de Liébana. Potes será la capital de un área de influencia de 5860 habitantes.

A la hora de realizar la distribución, todos los drones partirán de Potes y realizarán los trayectos que les correspondan a través de los distintos municipios. Pasaran por todos los pueblos hasta llegar al más lejano. Al tener tres drones menos que los municipios existentes dos de ellos cubrirán dos municipios cercanos (Potes-Tresviso-Bejes y Potes-Caloca-Cucayo). En el caso de Potes aún no se llevará a cabo el reparto mediante drones por la cercanía que hay entre la Oficina de Correos y todas las viviendas del municipio.

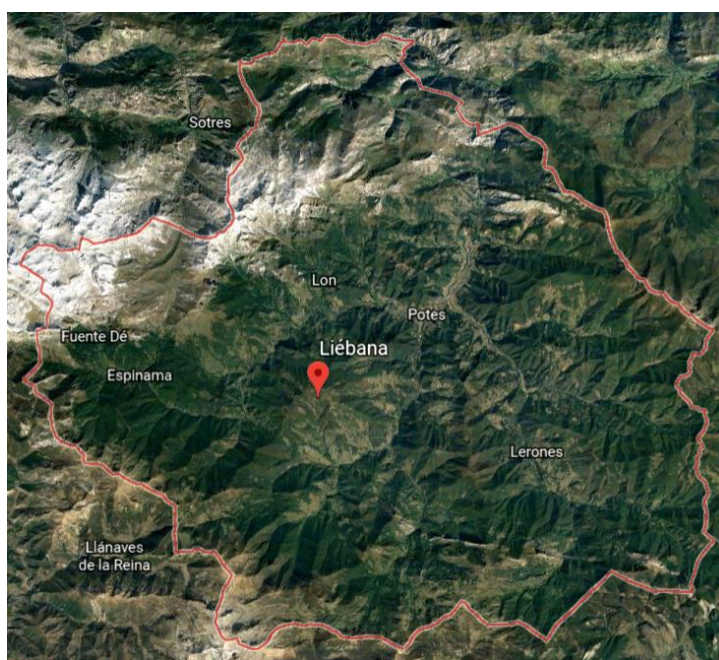


Figura 12. – Comarca de Liébana

4.2. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación fotovoltaica que va a servir como punto de recarga para las baterías de los drones estará situada en el tejado del edificio de Correos de Potes, situado en pleno centro.

Debido a las características de la cubierta (teja), se ha tenido que escoger una estructura de soporte capaz de poder montarse sin causar ningún tipo de deterioro en ella.

La ubicación de los paneles fotovoltaicos se encontrará sobre el tejado y en dirección Suroeste. La zona delimitada en amarillo es el único sitio en el que pueden situarse los paneles, ya que es la zona donde se consigue mayores horas de sol y donde hay una superficie apta para su instalación.



Figura 13. – Ubicación de la instalación solar fotovoltaica

4.3. EXPLICACIÓN DEL PROCESO DE REPARTO

En el siguiente apartado se detallarán los distintos pasos que hay que dar para completar el proceso de reparto que se realizará, si no hay festivos, durante 5 días a la semana. Para completar exitosamente el trabajo, habrá que relacionar correctamente al cartero con el dron (mediante cursos de formación) y al dron con el punto de destino. En ningún momento se tratará de sustituir al cartero por el dron, al contrario, el cartero deberá encargarse de confeccionar la ruta y de supervisar la entrega. El dron servirá por tanto como herramienta complementaria.

El trayecto a realizar comenzara en Potes, ahí es donde el cartero deberá indicar las coordenadas exactas del lugar al cual el dron realizara la entrega. El dron, una vez insertadas las coordenadas, se guiará mediante un sistema GPS de forma completamente autónoma. La forma de entrega se realizará en un punto de entrega concreto o en el terreno del domicilio si es que este dispone de ello. El máximo de carga serán 5 kg.

Cada uno de los drones que disponemos realizará una ruta y cuando retorne después de cada viaje, se recargará la usada y se incorporará al dron la que este cargada para no perder tiempo en ningún momento.

4.4. DESCRIPCIÓN DEL DRON ELEGIDO

La elección del dron ha quedado muy limitada principalmente por la autonomía, el alcance y las condiciones mínimas de carga que tiene que cumplir para poder repartir la mayor carga posible (mínimo 2kg, aproximadamente un paquete por viaje). Entre los vistos, el md4-3000 era el más completo.

A todas estas condiciones primordiales se le suman también otras que a primera vista pueden no ser relevantes pero que debido a la orografía de la zona lo son. Entre ellas se encuentran la altura y también la climatología. La primera de ellas se basa en que la comarca de Liébana es muy montañosa debido a que gran parte de ella se encuentra en el corazón de Picos de Europa o en sus prolongaciones por lo que habrá que superar en algunos trayectos grandes alturas. Por este motivo los 4000m de altura a los que es capaz de volar el md4-3000, hacían que fuese imposible competir con él. Además, resiste a temperaturas extremas (-10 a 50 °C) y a condiciones desfavorables de viento.

Su principal desventaja es el precio, pero al haber tan pocos en el mercado con esas características resulta ser un producto muy exclusivo.

Principales Características
Capaz de cubrir cualquier trayecto marcado (ida y vuelta) sin necesidad de cambiar la batería
Puede volar a alturas de hasta 4000 m
Carga máxima capaz de transportar: 5 kg
Tiene un alcance de 50 km y su velocidad máxima es de 72 km/h

Tabla 1. – Principales características del dron seleccionado

4.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La instalación solar fotovoltaica aislada contará con los componentes principales modulo solar, acumulador, regulador de carga, inversor solar y además un sistema de conexiones.

El esquema que se ha utilizado en este proyecto tiene la siguiente forma:

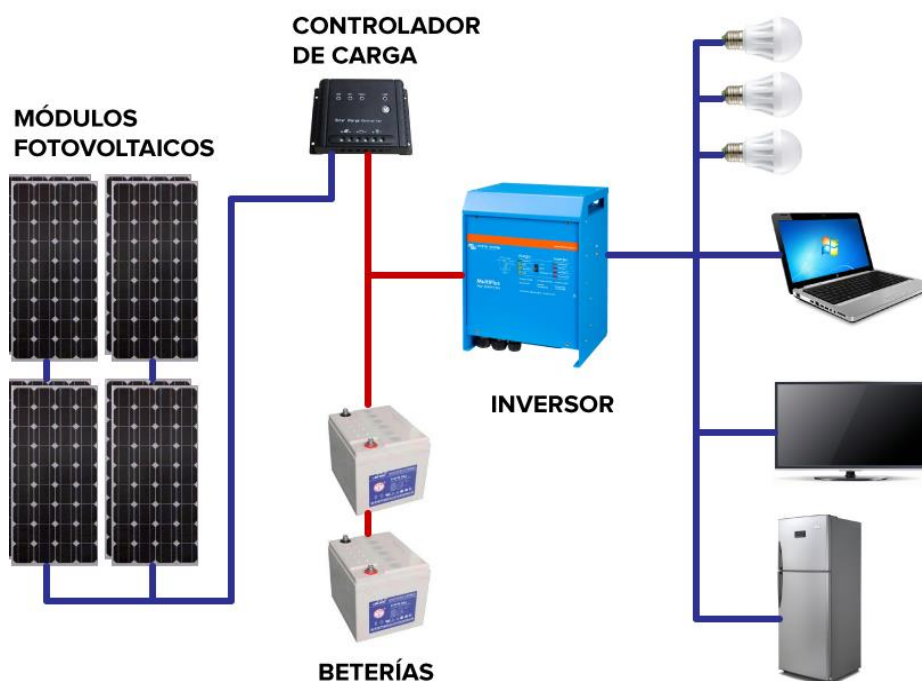


Figura 14. – Esquema instalación solar

4.5.1 Panel fotovoltaico

El panel fotovoltaico será el AS-6P30 POLYCRYSTALLINE MODULE. Teniendo en cuenta las pérdidas que se generan durante la producción de energía, se puede comprobar su eficiencia al cabo de los años. Estos valores se ven reflejados en la curva de rendimiento de dicho panel.

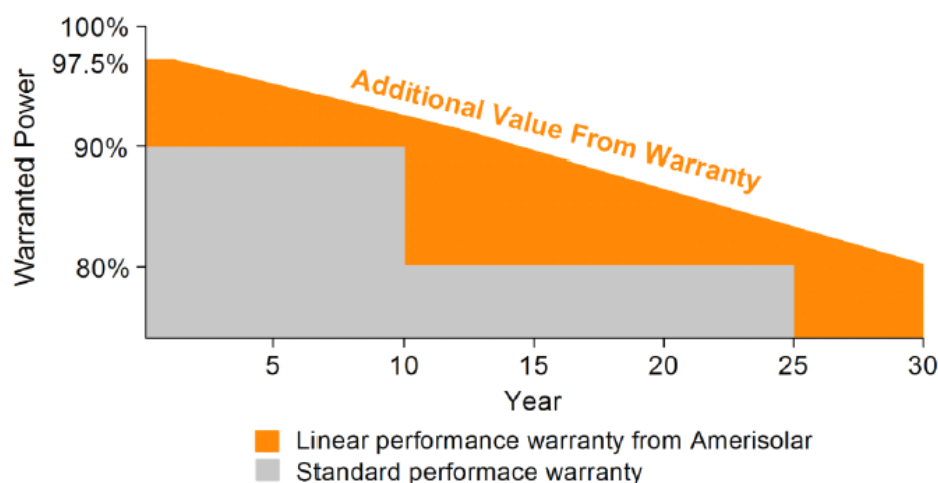


Gráfico 3. – Rendimiento del panel al paso de los años

Como se comprueba en la figura, a medida que van aumentando los años, el rendimiento va disminuyendo. En este caso, el rendimiento es bastante razonable para formar parte de la solución adoptada.

4.5.2 Estructura soporte

La estructura soporte escogida (KH915VR) es una capaz de ser instalada en cubiertas de teja. La disposición de los módulos puede ser vertical u horizontal, perfilería en Aluminio y tornillería de acero inoxidable. Válida para todo tipo de paneles.

4.5.3 Acumulador

De todas las variedades de baterías que existen en el mercado, se optó por las estacionarias y más concretamente por las OPZ-S 2V 765Ah Transparente Tudor-Exide. Están formadas por placas tubulares muy gruesas para las aplicaciones más exigentes, logrando a conseguir hasta 2800 ciclos a 60% de profundidad de descarga. Requieren de un bajo nivel de mantenimiento y tienen una garantía de 10 años cuando por lo general suelen tener una duración de 20 años.

4.5.4 Regulador de carga

Parte fundamental en la instalación para controlar en todo momento la carga que le es entregada a las baterías. Nuestro tipo de panel (60 células) determino de manera predeterminada el regulador a escoger, del tipo MPPT. El regulador MPPT Blue Solar 100V 50A VICTRON que es el que va incorporado a la instalación, tiene una gran eficiencia de conversión (98%) y eso se debe a que como todos los reguladores MPPT buscan siempre el punto de máxima potencia, a través de algoritmos muy sofisticados.

4.5.5 Inversor solar

Elemento indispensable cuando se requiera una conversión de la corriente continua generada en el generador fotovoltaico, en corriente alterna a 230 V. Una de las principales características que hicieron que se escogiese este inversor frente a otro es la capacidad que tiene para conectar directamente el cargador, al disponer de un enchufe. Tiene una gran capacidad de arranque y es óptimo para todo tipo de aplicaciones.

4.5.6 Conexión

La conexión de los paneles se realizará en paralelo por lo que se sumaran las corrientes que son capaces de generar y trabajaran siempre a la misma tensión, en este caso 24 V.

5. MODELO DE BICICLETA ELÉCTRICA ADECUADO

Al igual que cuando se realizó la selección de los drones, en este proyecto la autonomía será un factor muy restrictivo ya que la bicicleta eléctrica deberá ser capaz de completar el trayecto más largo que en este caso corresponde al Potes- Tresviso-Bejes (83 km). Con esta característica indispensable se han encontrado los siguientes modelos en el mercado:

- Giant STANCE E+0
- BH Evo Street Pro
- VanMoof Electrified X2/S2

De entre los tres modelos seleccionados (todos tienen unas características similares), nos quedamos con la BH Evo Street Pro debido a su gran calidad-precio.

La BH Evo Street Pro (2.099 euros) es una bicicleta eléctrica versátil con un ligero cuadro de aluminio, transmisión de 8 velocidades, frenos hidráulicos y pantalla LCD con batería integrada (500 Wh) que supera los 100 km de autonomía.

A pesar de contar con elementos típicos para la ciudad como el guardabarros o la parrilla, se trata de una bicicleta robusta apta para caminos rurales y desnivel.



Figura 29. – Bicicleta eléctrica BH Evo Street Pro

6. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material es de SEIS MIL CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS (6193,94 €).

El presupuesto de ejecución por contrata es de SIETE MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON SETENTA Y NUEVE CENTIMOS (7370,79 €).

El presupuesto para conocimiento de la administración es de DIEZ MIL CIENTO OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CENTIMOS (10189,66 €).

El presupuesto de los drones es de CIENTO OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS (182880 €).

7. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución de la instalación fotovoltaica será de 5 días. Con un periodo de pruebas de un mes.

El suministrador garantizara la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de 8 años.

8. CONCLUSIÓN

A lo largo de la memoria, anexos, planos, pliegos y presupuestos se desarrolla el proyecto propuesto.

Su capacidad innovadora y la inclusión de una nueva tecnología en un entorno rural lo hacen muy interesante para el desarrollo social y tecnológico de la zona. Su principal problema es el precio actual que tienen estos aparatos ya que existen muy pocos en el mercado (salvo aquellos desarrollados por empresas de logísticas muy fuertes a nivel mundial como Amazon y Jingdong) con características válidas para desarrollar esta tarea en esa zona. Por eso se considera un proyecto interesante a largo plazo, cuando la oferta de drones vaya aumentando conforme la tecnología se vaya desarrollando.

Dado ese inconveniente se propone dentro de los anexos una solución más inmediata, como son las bicicletas eléctricas. De esta manera se consigue introducir un medio de reparto sostenible, con una recuperación de la inversión temprana. El principal problema que presentan es que con ellas no se resuelven otros objetivos importantes del proyecto como son la disminución del riesgo a un accidente por parte del cartero, la reducción de los tiempos de entrega, la capacidad para llegar a zonas de difícil acceso en situaciones de emergencia o cuando las condiciones climatológicas sean complicadas.

En cuanto a la instalación fotovoltaica se ha de indicar que para obtener una buena rentabilidad habría que proyectarla para cubrir todos los gastos de la oficina más los referidos a las baterías. Debido a que las baterías no necesitan tanta potencia y el ahorro anual que supone a la factura eléctrica no es muy elevado, el problema de esta medida sería que la superficie para instalar los paneles no es muy extensa.

ANEXOS DE LA MEMORIA

ÍNDICE DE LOS ANEXOS DE LA MEMORIA

1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	49
2 ESTUDIO DEL TRANSPORTE.....	50
2.1 ANÁLISIS DEL MERCADO POSTAL.....	50
2.1.1 Segmento SPT.....	50
2.1.2 Segmento CEP.....	53
2.2 LOCALIDADES A REALIZAR LA DISTRIBUCIÓN.....	55
2.2.1 Forma de entrega.....	56
3 SELECCIÓN DEL DRON.....	58
3.1 PROMEDIO DE VIENTOS	59
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DRONES COMERCIALES.....	63
3.3 CONSUMO ENERGÉTICO.....	65
3.4 CONCLUSIÓN.....	67
3.5 FICHA TÉCNICA.....	68
3.6 PROCESO DE RECARGA Y MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA.....	70
4 ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN.....	72
4.1 PARAMETROS DE DISEÑO.....	72
4.2 POTENCIA REQUERIDA.....	73
4.3 ESTUDIO SOLAR.....	74
4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	75
4.4.1 Elección del tipo de célula solar.....	75
4.4.2 Características de un panel fotovoltaico.....	77
4.4.3 Cálculo de paneles solares necesarios.....	81

4.4.4 La estructura soporte.....	81
4.4.5 Estudio de las baterías comerciales.....	82
4.4.6 Capacidad de los acumuladores.....	85
4.4.7 Configuración de la instalación.....	86
4.4.8 El regulador de carga.....	88
4.4.9 El inversor solar.....	91
4.4.10 El cableado.....	93
4.4.11 Protecciones y puesta a tierra.....	98
4.5 FICHAS TÉCNICAS.....	100
4.5.1 Panel fotovoltaico.....	100
4.5.2 Estructura soporte.....	102
4.5.3 Acumulador.....	103
4.5.4 Regulador de carga	106
4.5.5 Inversor solar	107
5 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	109
5.1 VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA...	109
5.1.1 Inversión.....	109
5.1.2 Ahorro en la factura eléctrica	110
5.1.3 Justificación económica	113
5.2 VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE LOS DRONES...	114
5.2.1 Ahorro en el consumo de carburante.....	114
5.2.2 Justificación económica	117
5.2.3 Evolución del precio de la tecnología fotovoltaica.....	117

6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	120
6.1 MEMORIA.....	120
6.1.1 Objeto de este estudio de seguridad y salud.....	120
6.1.2 Deberes, obligaciones y compromisos tanto del empresario como del trabajador.....	120
6.1.3 Cuales son los principios básicos de la acción preventiva.....	122
6.1.4 Características y datos generales de la obra.....	124
6.1.5 Evaluación de riesgos durante la ejecución de las obras y su prevención.....	125
6.1.6 Protecciones a emplear para prevenir los riesgos enumerados.....	126
6.1.7 Instalaciones eléctricas de obra.....	127
6.2 PLIEGO DE CONDICIONES.....	129
6.2.1 Disposiciones legales de aplicación.....	129
6.2.2 Condiciones de los medios de protección.....	134
6.2.3 Servicios de prevención.....	137
6.2.4 Instalaciones médicas.....	137
6.2.5 Instalaciones de higiene y bienestar.....	137
7 IMPLANTACIÓN DE BICICLETAS ELÉCTRICAS.....	138
7.1 FUNDAMENTO DE LAS BICICLETAS ELÉCTRICAS.....	138
7.1.1 Cómo funcionan las bicicletas eléctricas.....	138
7.1.2 Tipos de bicicletas eléctricas.....	139
7.1.3 Tipo de carga.....	139
7.1.4 Componentes principales.....	140
7.2 BATERÍAS PARA BICICLETAS ELÉCTRICAS.....	141

7.2.1 Tipos de baterías.....	141
7.2.2 Autonomía.....	142
7.2.3 Tiempo de carga.....	143
7.3 VENTAJAS.....	143
7.4 MODELO DE BICICLETA ELÉCTRICA ADECUADO.....	144
7.5 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	144
7.6 LEGISLACIÓN VIGENTE.....	145

ANEXO 1. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

Instalación solar fotovoltaica como punto de recarga para el reparto de mercancías mediante drones	
Objetivo del proyecto	El objetivo de este proyecto es el cálculo y diseño de una instalación solar fotovoltaica que se utilizara exclusivamente para recargar las baterías de los drones cuando estos realicen el reparto diariamente.
Envíos SPT a distribuir diariamente	1185
Envíos CEP a distribuir diariamente	59
Potencia demandada por las baterías	6862,76 kW/año
Ahorro energético	702 kWh/año
Presupuesto de la Instalación	Presupuesto de ejecución material: 6193,94€ Presupuesto de ejecución por contrata: 8918,66€ Presupuesto para conocimiento de administración: 10189,66€
Presupuesto de los drones	182.880 €

ANEXO 2. ESTUDIO DEL TRANSPORTE

Una parte fundamental a la hora de llevar a cabo un reparto mediante drones es conocer qué tipo de mercancía es más común y cuál es el número total de productos a repartir. Los drones deberán ser capaces de recorrer una cierta distancia con un peso de mercancía determinado. Por este motivo se realiza la siguiente evaluación.

2.1. ANÁLISIS DEL MERCADO POSTAL

Para la elaboración de este apartado se han utilizado los datos de un estudio a nivel nacional realizado por la *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia* sobre el sector postal y el sector de la mensajería y la paquetería. Estos datos han sido adaptados según la población actual de Liébana y teniendo en cuenta únicamente la aportación que hace el Grupo Correos, operador responsable de prestar el Servicio Postal Universal en España. La elección de este operador es debido a que la instalación solar fotovoltaica ira instalada en una de sus oficinas por lo que los datos referentes a otros operadores postales no tienen relevancia.

El mercado postal se puede dividir en dos segmentos: el segmento SPT y el segmento CEP. Hay que tener en cuenta que, el Grupo Correos centra su actividad dentro del segmento SPT, pero también presta servicio en el otro segmento como la mayoría de los operadores postales.

2.1.1 Segmento SPT

Dentro de este segmento están incluidos los productos postales más tradicionales, las cartas y tarjetas postales y la publicidad directa. Además, también se incluyen productos registrados como las cartas certificadas y notificaciones. Las principales características de estos productos son su pequeño peso y tamaño y que su entrega se suele hacer en casilleros domiciliarios con un solo intento de entrega.

En los últimos años las tecnologías de la información han ido sustituyendo las comunicaciones postales tradicionales. Esta contracción de la actividad postal ha tenido una gran repercusión sobre los volúmenes de envíos gestionados por Correos.

A continuación, se presentan los datos anuales referentes al Grupo Correos en España. En este apartado se tienen en cuenta los envíos según el origen/destino, tomando únicamente aquellos que sean a nivel nacional y de importación (todos los

envíos que entran por Correos en España) ya que los de exportación no tienen cabida en este proyecto.

	Total de Envios SPT		Envios SPT del Grupo Correos
Nacional	2862726000	Nacional	2473395264
Importación	144675400	Importación	143952023
Total	3007401400	Total	2617347287

Tabla 2. – Macrodatos del segmento SPT en España

A la vista de los datos se observa que el Grupo Correos es el más importante ya que gestiona el 87 % de los envíos. Además, es el responsable de los de importación debido a que los controla en su totalidad (99,5 %).

En la siguiente tabla se muestran aproximadamente los datos referentes a los envíos que ha recibido la oficina de Correos de Potes en el último año y la distribución que se ha de realizar entre los diferentes municipios de la comarca.

Municipios	Envios SPT del Grupo Correos
Cabezón de Liebana	32962
Camaleño	52673
Cillorigo de Liebana	74444
Pesaguero	15869
Potes	75168
Tresviso	3563
Vega de Liebana	41481
Total	296160

Tabla 3. – El segmento SPT en Liébana

Además, también se hará una clasificación de los envíos según su tipología, obteniendo una mayor información sobre cuáles son más comunes. Aunque esta característica no vaya a ser de vital importancia para seleccionar el dron ya que el peso de cada uno de estos tipos varía en los mismos rangos, como se verá más adelante. De los tres tipos de envíos que existen principalmente en este segmento, las Cartas certificadas y notificaciones son las más costosas con un precio mínimo de 3,50 euros.

Tipología	Envios SPT del Grupo Correos
Cartas Certificadas y notificaciones	15612
Publicidad directa	46049
Cartas/tarjetas postales ordinarias	234499
Total	296160

Tabla 4. – Clasificación de los envíos SPT según la tipología

Una vez obtenido el número total aproximado de envíos que se tendrán que distribuir a lo largo del año, hay que calcular el número medio de envíos diarios teniendo en cuenta que solo se hace el reparto durante los días hábiles, siendo estos un total de 250. Por tanto:

$$N^{\circ} \text{ envios diarios} = \frac{N^{\circ} \text{ envios anual}}{\text{Días de reparto}}$$

Municipios	Envios SPT del Grupo Correos
Cabazon de Liebana	132
Camaleño	211
Cillorigo de Liebana	298
Potes	301
Pesaguero	63
Tresviso	14
Vega de Liebana	166
Total	1185

Tabla 5. – Envíos diarios SPT por municipios

La tipología de envíos indicada anteriormente se divide según el peso del mismo en:

- Hasta 20 g normalizadas
- Más de 20 g hasta 50 g (Incluye hasta 20 g sin normalizar)
- Más de 50 g hasta 100 g
- Más de 100 g hasta 500 g
- Más de 500 g hasta 1000 g
- Más de 1000 g hasta 2000 g

Para realizar este proyecto tomaremos el caso intermedio, es decir, más de 100 g hasta 500 g. Esta cifra será muy importante para la elección de los drones ya que hay que saber entre otras magnitudes, el máximo de carga que pueden llevar.

2.1.2 Segmento CEP

Dentro de este segmento (paquetería) los productos se identifican con un mayor peso y tamaño; su entrega suele realizarse en mano y los plazos de entrega suelen ser más cortos.

El procedimiento llevado a cabo para obtener una cifra aproximada de los paquetes que hay que repartir diariamente, es el mismo que para el caso del segmento SPT.

Primero se presentan los datos anuales teniendo en cuenta los envíos según el origen/destino y tomando únicamente los que son a nivel nacional y de importación.

	Total de Envios CEP		Envios CEP del Grupo Correos
Nacional	343107600	Nacional	78228533
Importación	83942100	Importación	52799581
Total	427049700	Total	131028114

Tabla 6. – Macrodatos del segmento CEP en España

Estos datos reflejan que el 30 % de los envíos son gestionados por el Grupo Correos, un porcentaje muy inferior si se compara con la influencia que tiene dentro del segmento SPT. Donde sigue siendo líder es dentro de los de importación, aquí gestiona el 63 %.

A continuación, se exponen de manera aproximada los paquetes que llegan anualmente a la oficina de Correos de Potes y la distribución que se ha de realizar entre los diferentes municipios de la comarca.

Municipios	Envios CEP del Grupo Correos
Cabazon de Liebana	1650
Camaleño	2637
Cillorigo de Liebana	3727
Pesaguero	794
Potes	3763
Tresviso	178
Vega de Liebana	2077
Total	14827

Tabla 7. – El segmento CEP en Liébana

Como se hizo en el apartado anterior, se hace una clasificación de los envíos según su tipología. Estos varían desde los que son de menos de 2 kg hasta los que son de más de 20 kg, siendo obviamente los últimos los más costosos.

Tipología	Envíos CEP del Grupo Correos
Hasta 2 kg	8992
3-20 kg	5364
Más de 20 kg	471
Total	14827

Tabla 8. – Clasificación de los envíos CEP según la tipología

Una vez obtenido el número total aproximado de paquetes que se tendrán que distribuir a lo largo del año, hay que calcular el número medio de paquetes diarios teniendo en cuenta que solo se hace el reparto durante los días hábiles, siendo estos un total de 250. Por tanto:

$$N^{\circ} \text{ envíos diarios} = \frac{N^{\circ} \text{ envíos anual}}{\text{Días de reparto}}$$

Municipios	Envíos CEP del Grupo Correos
Cabezón de Liebana	7
Camaleño	11
Cillorigo de Liebana	15
Potes	15
Pesaguero	3
Tresviso	0,7
Vega de Liebana	8
Total	59

Tabla 9. – Envíos diarios CEP por municipios

Un dato de la tabla anterior a tener en cuenta es el referido a Tresviso, donde no se llega a repartir un paquete cada día. La menor influencia del Grupo Correos en este sector hace que los paquetes a repartir no sean excesivos.

En lo que concierne al proyecto, el reparto se centrará en paquetes de hasta 2 kg ya que los drones actuales no están capacitados para llevar pesajes tan grandes, la mayoría de los envíos son de este tipo y también hay que portar envíos del segmento SPT.

Finalmente, los paquetes a repartir diariamente serán aproximadamente:

Municipios	Envíos CEP del Grupo Correos
Cabezón de Liébana	4
Camaleño	6
Cillorigo de Liébana	9
Pesaguero	2
Potes	9
Tresviso	0,4
Vega de Liébana	5
Total	36

Tabla 10. – Envíos diarios de paquetes de hasta 2 kg por municipios

2.2. LOCALIDADES A REALIZAR LA DISTRIBUCIÓN

Analizando los datos obtenidos tanto para el segmento SPT como para el segmento CEP de los municipios existentes se observa que son cantidades elevadas para repartir únicamente mediante drones por lo que se compaginaría el trabajo con los vehículos actuales, hasta ver el resultado de esta propuesta y ver si es factible el aumentar el número de drones.

Aunque no se tengan datos precisos de carácter anual sobre el estado del viento en todos los municipios, la distribución se realizara en todos ellos ya que con el estudio del viento realizado más adelante se valora de una manera general las condiciones climatológicas que se van a tener.

Las poblaciones más lejanas de cada municipio son: Lamedo, Pido, Bejes, Caloca, Tresviso y Cucayo. Para posteriormente elegir el dron es importante conocer la distancia máxima (en línea recta) que van a tener que realizar y en este caso es el trayecto Potes—Pido (14 km) por lo que el dron deberá ser capaz de cubrirla.



Figura 15. – La comarca de Liébana y sus poblaciones

2.2.1 Forma de entrega

Un aspecto importante que hay que tener en cuenta a la hora de realizar la distribución es saber en qué tipo de inmueble vamos a dejar la correspondencia. Si se trata de una vivienda unifamiliar con un terreno privado o un bloque de viviendas ya que en el primero si se podría dejar la correspondencia en el domicilio sin ningún tipo de problema mientras que en el segundo no es posible ya que el dron no está capacitado para llegar a un piso y a una puerta en concreto. Esa información se puede obtener a partir de la *Sede Electrónica del Catastro*, donde introduciendo la dirección del domicilio nos informa de las características del mismo.

En el caso de que fuese un piso, para hacer entrega de la correspondencia se tendría que fijar una hora con el receptor lo que podría ser muy difícil siendo las entregas en días laborables.

Por este motivo, la mejor solución pasa por fijar puntos de entrega en las áreas donde haya una concentración de bloques de viviendas o donde simplemente no se pueda realizar una entrega sencilla. Estos puntos de entrega podrían ser desde kioscos, tiendas, supermercados o cualquier zona pública donde haya una persona encargada de tomar la correspondencia, pero lo que sí sería importante es que en la medida de lo posible tuvieran un horario flexible para que el receptor pudiese recogerlo en cualquier momento. En el caso tratado donde hay pueblos muy pequeños sin apenas servicios, el encargado llevaría directamente la correspondencia a las casas.



Figura 16. – Punto de recogida en una localidad

Un buen ejemplo, dentro de las localidades que componen la comarca de Liébana, es Potes. En su zona centro hay edificios residenciales de varias alturas. Para realizar las entregas en la zona del pueblo que se indica a continuación se podría fijar el supermercado Lupa como punto de recogida ya que está disponible durante todo el día. Otra opción podría ser fijar con el receptor otro establecimiento donde vaya frecuentemente.

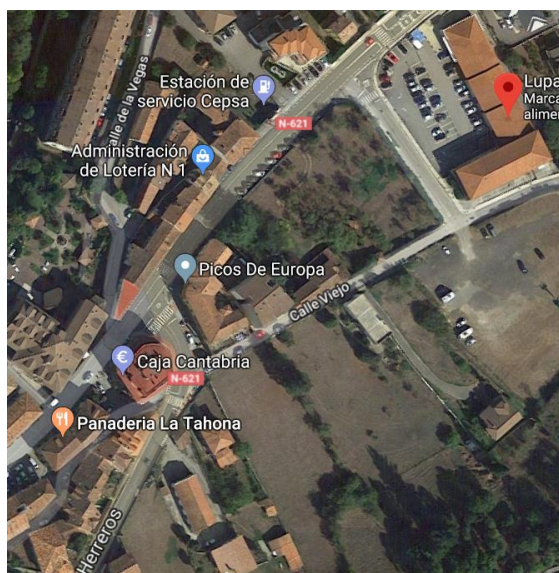


Figura 17. – Punto de entrega en Potes

Una solución distinta pasa por adaptar los balcones y terrazas de los pisos con una plataforma donde el dron pueda descender y dejar la carga con toda seguridad. Esta solución supondría un coste adicional ya que habría que adaptar las viviendas, pero es algo barajable para viviendas de obra nueva. En la siguiente imagen se ve como podrían ser los edificios en un futuro, incorporando plataformas para drones.

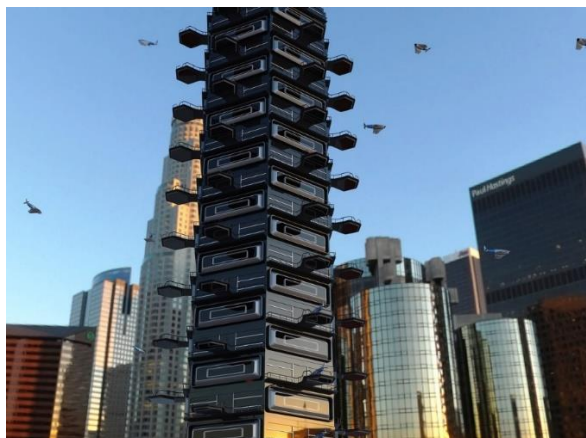


Figura 18. – Bloque de viviendas con plataformas para drones

ANEXO 3. SELECCIÓN DEL DRON

A continuación, se van a exponer los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar el tipo de dron para realizar la tarea propuesta. A partir de una tabla comparativa se observará claramente las diferencias entre los drones que hay actualmente en el mercado y se dará una conclusión sobre el dron seleccionado.

3.1. PROMEDIO DE VIENTOS

Anteriormente ya se indicó que una de las desventajas que tiene la aplicación de drones para el reparto de mercancías es la sensibilidad que tienen estos aparatos a las rachas de viento. Su funcionamiento en condiciones climáticas adversas podría no ser recomendable para conservarlos en un buen estado.

A través de los datos que ofrece la *AEMET* sobre las estaciones meteorológicas de Camaleño, Cillorigo de Liébana y Tresviso se obtiene la velocidad media del viento durante todos los días del pasado año, así como la racha máxima registrada. Con estos datos se puede hacer una estimación de los días en los que los drones podrán volar, siempre y cuando la velocidad media no sea superior a los 30 km/h que es la velocidad máxima que generalmente recomiendan los fabricantes.

Además de aspectos relacionados con el viento, hay parámetros claves para el funcionamiento del dron como es el índice de tormenta geomagnética o “Kp”. Cuanto más alto sea este valor, en una escala de 0 a 9 entre 0 y 4 es lo óptimo, más dificultades habrá para obtener un bloqueo de GPS preciso.

Los datos que se indican a continuación en forma de gráficas nos dan una idea general de si es correcto volar, ya que otros aspectos importantes que hay que tener en cuenta a la hora de realizar el vuelo son la altura de vuelo y la dirección del viento. Cada vez que se vaya ascendiendo más alta será la velocidad del viento por lo que habrá que fijar una altura apropiada, a su vez la dirección del mismo determinará en gran parte la autonomía de la batería ya que si el dron va a contracorriente le costará más ir a la velocidad deseada y se corre el riesgo de que la velocidad del dron se iguale con la del viento y este caiga al vacío.

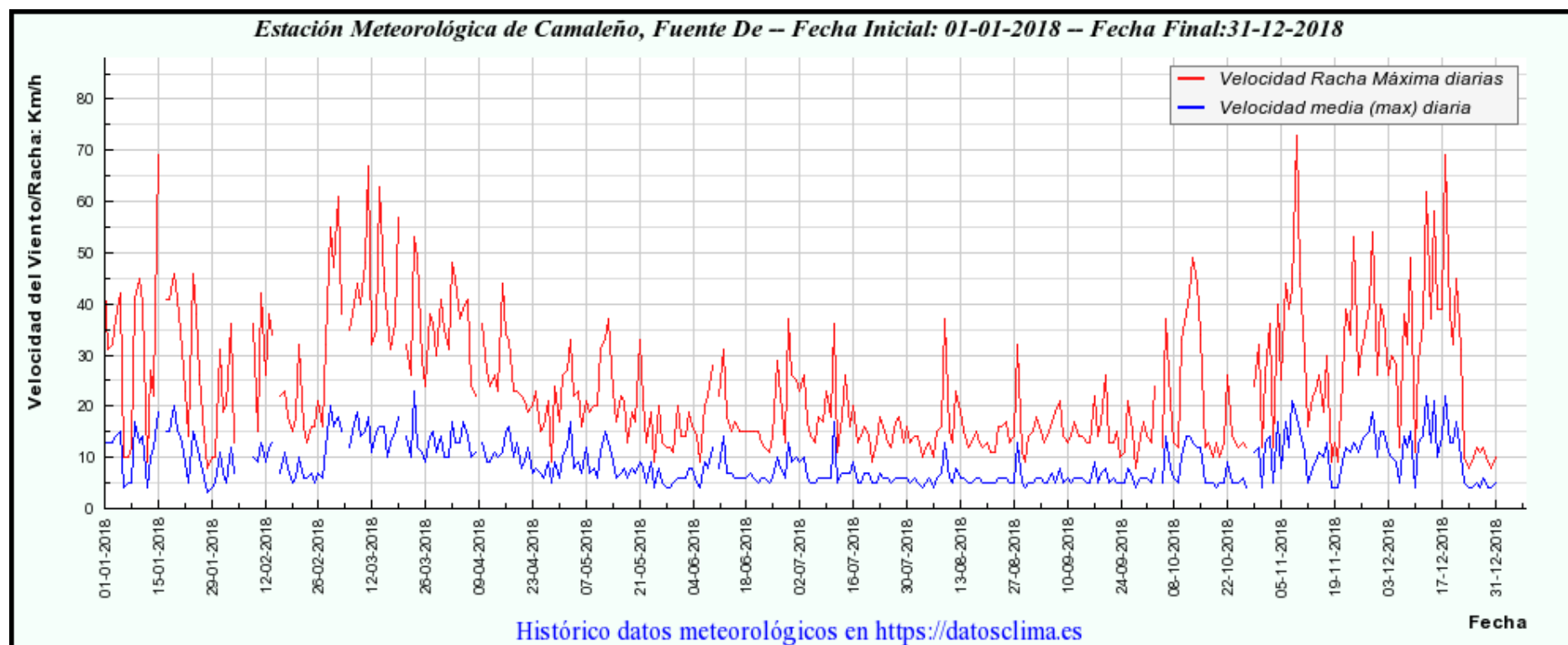


Gráfico 4. – Valores de viento en Camaleño, Fuente De

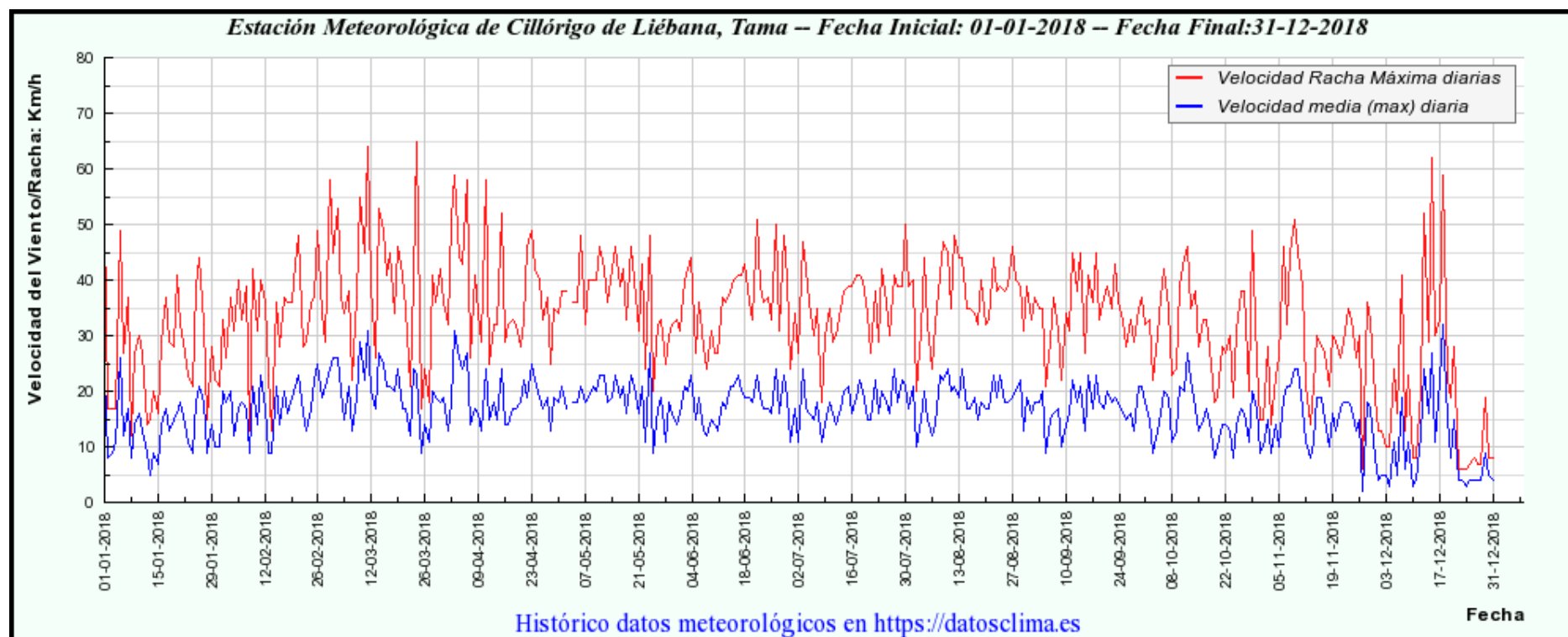


Gráfico 5. – Valores de viento en Cillórigo de Liébana, Tama

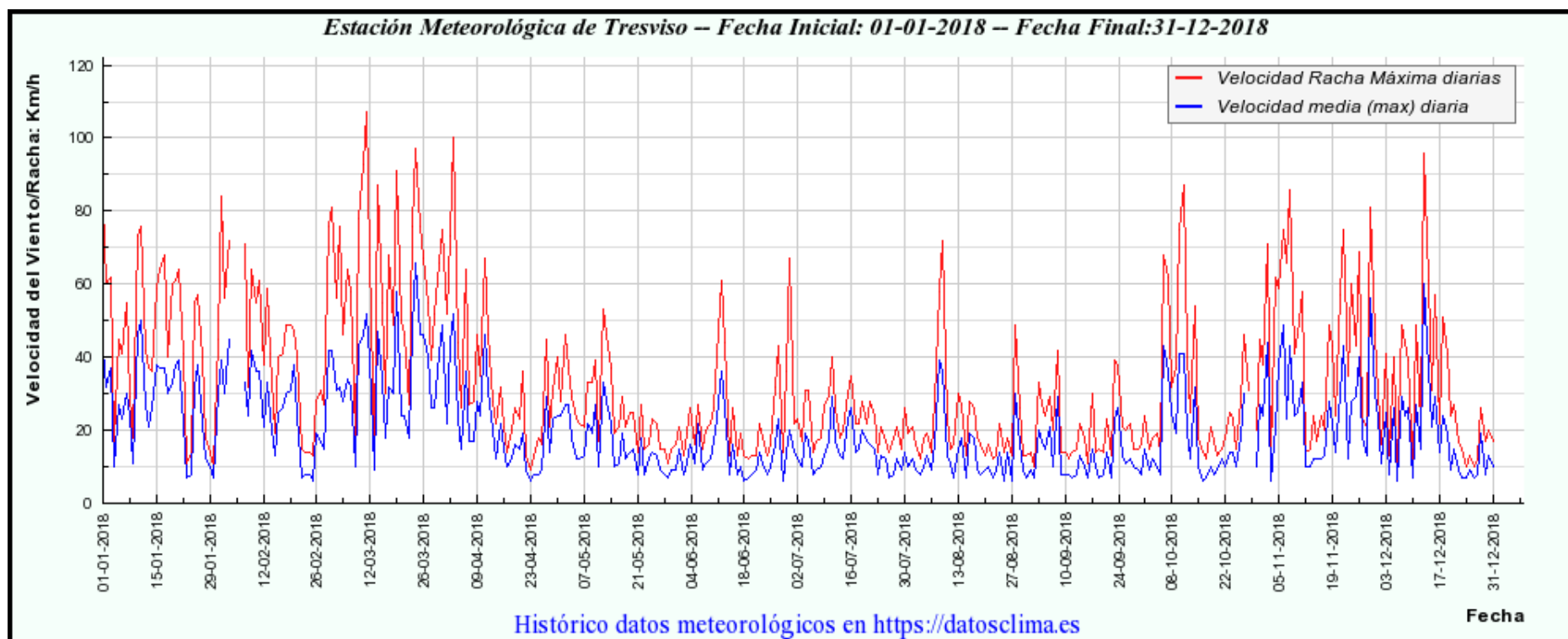


Gráfico 6. – Valores de viento en Tresviso

A la vista de las gráficas se observa que tanto en el municipio de Camaleño como en el municipio de Cillorigo de Liébana, el viento no es un problema para que los drones puedan volar durante todo el año ya que el pasado año únicamente dos días superaron la “barrera” de los 30 km/h. Esto no quiere decir que el riesgo sea nulo ya que se registraron rachas máximas de 73 km/h y de 65 km/h respectivamente, por lo que siempre habrá que estar atento a la climatología.

Un caso distinto es el de Tresviso. A diferencia de los anteriores este se encuentra a mayor altura, en torno a 848 msnm mientras que los otros están en torno a 450 msnm. Como se comentó anteriormente, la altura afectara a la velocidad del viento y también el hecho de que Tresviso no esté tan resguardado incrementa el número de días en los cuales se supera el límite aconsejado.

El pasado año hubo un total de 66 días no aptos para el vuelo de los cuales 47 eran laborables. Este dato revela que aproximadamente en el 19 % de días laborables no se podrá enviar la correspondencia mediante un dron a Tresviso, aunque la parte “positiva” es que la afluencia de envíos con destino a Tresviso no es excesiva diariamente por lo que en caso de que no sea urgente se podría demorar la entrega.

Para finalizar con este estudio cabe destacar que antes de que se vaya a realizar la entrega se tiene que mirar cuales son las condiciones ambientales. Para ello ya existen una serie de aplicaciones móviles como la llamada *UAV Forecast* que te proporciona los datos necesarios para saber si es recomendable volar, aunque esta aplicación está configurada para uso recreativo por lo que restringe el vuelo en casi todos los lugares donde haya una concentración de población. Esta restricción es principalmente por un tema de privacidad.

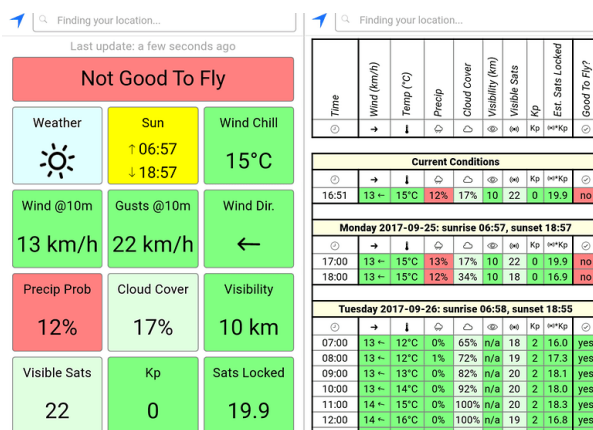


Figura 19. – Interfaz de la aplicación UAV Forecast

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DRONES COMERCIALES

A continuación, se exponen las características de algunos drones que pueden utilizarse para el reparto de mercancías. De hecho, el Matternet M2 y el Geodrone ya los utilizan como sistemas de reparto UPS y SEUR respectivamente. Se describen cuatro, todos ellos con una carga máxima igual o superior a los dos kilogramos para poder distribuir como mínimo un paquete. Además, tienen que ser capaces de cubrir el trayecto máximo a realizar que correspondía al Potes-Pido. A partir de estos modelos escogeremos el ideal para nuestro proyecto.


md4-3000		
	Sistema de control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga máxima	5 kg
	Distancia máxima alcanzada	50 km
	Velocidad máxima	72 km/h
	Peso total (con mercancía)	Menor de 16 kg

Tabla 11. – Características del dron md4-3000 para el reparto de mercancías

HE190E		
	Sistema de control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga máxima	16 kg
	Distancia máxima alcanzada	20 km
	Velocidad máxima	90 km/h
	Peso total (con mercancía)	Menor de 25 kg

Tabla 12. – Características del dron HE190E para el reparto de mercancías


MATTERNET M2		
	Sistema de control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga máxima	2 kg
	Distancia máxima alcanzada	20 km
	Velocidad máxima	50 km/h
	Peso total (con mercancía)	Menor de 15 kg

Tabla 13. – Características del dron MATTERNET M2 para el reparto de mercancías


GEODRONE		
	Sistema de control	Autónomo
	Motor	Eléctrico
	Carga máxima	3 kg
	Distancia máxima alcanzada	20 km
	Velocidad máxima	30 km/h
	Peso total (con mercancía)	Menor de 25 kg

Tabla 14. – Características del dron Geodrone para el reparto de mercancías

En primer lugar, conviene destacar que la elección de todos ellos se basa en su sistema de control: autónomo. Esta característica es clave a la hora de realizar el transporte de la correspondencia porque no se necesita que la persona responsable de programar su vuelo este durante todo el trayecto pendiente del dron. En el caso del md4-3000 también se puede manejar mediante control remoto, aunque su alcance será mucho menor al indicado en la tabla.

Por otro lado, el motor es eléctrico y por tanto no hay ningún tipo de contaminación ambiental, aunque si acústica ya que el zumbido de los rotores es notable. El hecho de que el reparto se realice en zonas rurales hará que la percepción de ruido sea mayor en comparación con las ciudades donde el simple bullicio de la gente, así como el ruido de los propios vehículos lo compensaría.

Las dos características indicadas anteriormente son comunes en los cuatro, pero las demás ya varían según el modelo. Si se hace hincapié en el alcance máximo, está entorno a los 20 km, salvo en el primer modelo que tiene un alcance muy superior llegando hasta los 50 km. Lógicamente habrá que alimentar el dron mediante baterías que tienen una duración limitada y que varían sus capacidades según el tamaño de los drones, siendo habitual baterías que oscilan entre los 10.000 mAh y los 25.000 mAh. La intervención humana será necesaria a la hora de realizar el cambio de batería, así como para recargar la batería recién utilizada. El tiempo de carga medio para este tipo de drones oscila alrededor de los 90 minutos.

En lo referente a la carga máxima que pueden transportar está entre los 2 y 5 kg, exceptuando el dron HE190E que llega a poder transportar hasta 16 kg. Estos valores

parecen bajos para toda la mercancía que hay que transportar, pero hay que tener en cuenta que los paquetes suelen pesar 2 kg o menos y que en lo referente

al segmento SPT los pesos de los artículos no son muy elevados. Esto va a ser un aspecto importante a considerar ya que se pretende que los drones no solo transporten un paquete, sino más mercancía. Con la condición de que la suma del peso del dron y de la mercancía no supere el peso total fijado en las tablas, si lo superasen el dron se desvanecería.

Como apunte final hay que destacar que la elección tanto del md4-3000 como del HE190E, aunque no se traten de drones que se utilicen para la logística, es debido a que gracias a sus aptitudes pueden ser válidos y simplemente habría que realizar alguna modificación en su diseño como la incorporación de un sistema de paquetería o de algún elemento capaz de sujetar la carga.

3.3. CONSUMO ENERGÉTICO

En el presente apartado se entrará en detalle en algo importantísimo en el devenir del proyecto, el consumo energético de las baterías de los drones. Las dimensiones de la instalación fotovoltaica estarán ligadas a la potencia que se necesite para abastecer a las baterías. A cada dron le corresponde una batería asignada por el fabricante según sus características.

Las baterías que portan estos drones son de dos tipos: Ión-Litio (baterías de iones de litio) y Li-Po (baterías de polímero de litio). Del primer tipo únicamente el MATTERNET M2 tiene una batería así, las de los demás son de Li-Po que son las más modernas. Ambas se caracterizan por tener una vida útil relativamente larga, un tamaño pequeño para su capacidad y poco peso. Todo esto las hace ideales para alimentar un dron. La principal diferencia que tienen y que está haciendo que se opte más por el uso de las de Li-Po, es la flexibilidad. Gracias a que se pueden adaptar a diseños curvados y son resistentes a la deformación, interesan para optimizar el diseño del dron. Su desventaja respecto a las de Ión-Litio es que son más inflamables por lo que requieren una mayor atención durante la recarga.

A continuación, se nombrarán haciendo referencia a las siguientes características: Voltaje de la batería y celdas (S), capacidad y tamaño de la batería. En lo referente a las celdas, éstas estarán conectadas en serie y cada una tiene un voltaje nominal de

3.7 V, por lo tanto, el voltaje se define simplemente como la cantidad de celdas de la batería.

Para determinar los valores de consumo se fijará como base el trayecto Potes-Pido que al ser el más largo es donde se requerirá la mayor potencia. Para calcular la potencia disponible tras el trayecto se fija una velocidad de vuelo de 25 km/h, la cual todos los drones pueden cumplir. Esta velocidad no será igual si se le aplica al GEODRONE que si se le aplica al HE190E ya que el segundo está capacitado para volar mucho más rápido, por lo que la energía consumida es menor. Otro aspecto importante es el alcance donde el md4-3000 tiene una gran ventaja. La carga transportada también habría que tenerla en cuenta ya que te disminuye el tiempo de vuelo y por lo tanto el alcance, pero para ello habría que hacer ensayos reales.

Nombre	Tipo de Batería	Tensión (V)	Intensidad (mAh)	Potencia (kWh)	Potencia disponible tras el trayecto (kWh)
md4-3000	10S1P LiPo	37	21000	0,78	0,53
HE190E	(4X) 7S1P LiPo	25,9	8000	0,83	0,42
GEODRONE	(2X) 6S1P LiPo	22,2	18000	0,80	0,19
MATERNET M2	6S1P IonLitio	22,2	18000	0,40	0,16

Tabla 15. – Consumo energético de las baterías de los drones

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que el md4-3000 es el mejor en este aspecto ya que gracias a su gran alcance y a su capacidad para volar a altas velocidades, el trayecto propuesto con las condiciones de vuelo propuestas las cumple con creces. De hecho, podría realizar un viaje de ida y vuelta, así como otro de ida con la misma batería, aunque este último no es recomendable ya que, si se descargan casi al completo las baterías LiPo, su carga posterior será menor y poco a poco se iría deteriorando. De hecho, hay algunos cargadores que no comienzan el proceso de recarga si la tensión de la batería está por debajo del mínimo de carga.

Los demás drones cumplen con el trayecto de ida, pero para realizar el trayecto de vuelta necesitarían una batería de repuesto por lo que el peso a transportar sería mayor y el gasto de energía también se acrecentaría. Un caso a destacar es el del GEODRONE donde se produce un gran consumo de energía debido a que la velocidad de vuelo es elevada para él.

3.4. CONCLUSIÓN

Una vez descritas todas las características de los drones se elegirá uno de los modelos para realizar una parte del transporte de la correspondencia, ya que como se verá a continuación los precios de los drones son aún muy altos como para implantarlos a gran escala.

El precio de los modelos seleccionados varía desde los 18000 euros del MATTERNET M2 hasta los 60000 euros del HE190E pasando por los 45000 euros del md4-3000 y los 20000 euros del GEODRONE. Estos precios son aproximados y se basan en drones con características similares en cuanto a carga a transportar y velocidad de vuelo, aunque tengan un método de control diferente (control remoto). Los precios exactos se desconocen debido a que muchas empresas no facilitan el precio de sus productos si no vas a realizar un proyecto contrastado con ellas.

Con todos estos datos se cree que la mejor opción es el md4-3000 porque a pesar de que su precio sea elevado, se trata de un dispositivo que tiene una gran autonomía y alcance lo que permite que no tenga que llevar una batería extra a la hora de realizar los vuelos, aprovechando al máximo la carga útil para el transporte de la mercancía. Que no tenga que llevar una batería extra no significa que no haya que adquirir otra más, ya que para agilizar el reparto siempre tiene que haber una batería completamente cargada. Otro aspecto muy importante para la elección de este dron y que no se ha señalado anteriormente es su capacidad para volar a una altura entorno a los 4000 metros, así como su alta resistencia a la lluvia, al frío y al calor. La orografía de la zona provoca que esta última característica sea importantísima debido a que el dron deberá atravesar en algunos trayectos zonas de alta montaña.

Para finalizar cabe destacar que tiene bajos costos de mantenimiento y servicio, el motor eléctrico no es ruidoso y el método para hacerle volar es fácil de aprender por lo que no será una tarea complicada para los trabajadores encargados de los mismos.

3.5. FICHA TÉCNICA



IT DOES THE HEAVY LIFTING.

Soar above your competitors with mdMapper3000. Our most advanced mapping package available, this UAV can fly longer, reach higher, and carry more.

With a flight time up to 45 minutes, a payload up to 5 kg (11 lbs), and an operating height of up to 4,000 meters (2.5 miles), this model is for professionals and businesses that aim to push the boundaries of excellence and take industry standards to a new level.



mdMapper3000DG: Rise to any geospatial challenge.

Whether you need to carry a heavy LIDAR sensor, a professional mapping grade camera, or even multiple sensors, mdMapper3000DG can handle the job. A high payload capacity, large footprint, and the ability to operate flawlessly at even the highest altitudes make mdMapper3000DG the choice for professionals that want to go above and beyond.

- Improve your efficiency on the job with extra long flight times up to 45 minutes.
- Carries an impressive payload up to 5 kg (11 lbs).
- Fly in the harshest conditions, thanks to Microdrones' robust German engineering.
- Cover more ground in less time due to its large sensor footprint.

The mdMapper3000DG package includes:



md4-3000

md4-3000
Robust, powerful, stable and dependable. Build your business on this versatile platform.



Phase One & Nadic Mount
A true, medium-format camera securing 50-100 megapixels and a lightning fast capture rate so you can fly faster.



Applanix APX-15-L UAV
Compact single-board module with survey-grade GNSS receiver and a precisely calibrated IMU for mapping.



Charger & Flight Battery
One md4-3000 flight battery and charger for maximum flight endurance.



mdWaypoint
A flight planning module to prepare and carry out automated flights with your aircraft.



mdLandingAssistant
Execute automatic final approach landing. Conduct waypoint missions and land with minimal operator intervention.



Digital Data Link
Conveniently connect your Microdrones UAV to your digital devices.



mdRC
Proven, professional controls and telemetry keep you in control when you need it most.



POSPac UAV
Direct georeferencing post processing software – used to achieve maximum accuracy and efficiency from data collected by APX-15-L UAV.



mdCockpit Tablet Software
Simple swipes of the finger help you plan your survey area and monitor progress in flight on your Android tablet.



Rugged Carrying Case
Bring your Microdrones UAV to tackle missions in the toughest corners of the Earth.



mdAcademy
Become an expert at flying and maintaining your platform, to ensure many years of successful use.

MORE THAN 1000 BUSINESSES AND PROFESSIONAL USERS WORLDWIDE TRUST MICRODRONES®

**ROBUST HOUSING
AND COMPONENTS**

Robust carbon fiber construction makes easy work of an occasional rough landing. Carbon fiber also insulates interior components so you can fly at more extreme temperature and humidity levels.

mdOS FOR EFFICIENT CODE CUSTOMIZATION

Microdrones created a lean, proprietary operating system and used that as the foundation for a flexible autopilot, so you can customize it to meet the specific needs of your mapping project.

RAIN AND HEAT RESISTANT

The Microdrones molding process keeps electronics and wiring protected from the elements. Our system is resistant to rain, sand and salt, so you can fly in harsh conditions.

GNSS RECEIVER

A GNSS chip combines the power of all existing satellite-based positioning systems around the globe (GPS, GLONASS, Galileo, and Beidou), dramatically improving accuracy. This provides superior positioning and increased efficiency, while reducing risks of breakdown and missed data.

+ A PLUS FOR EFFICIENCY

Our plus sign (+) shaped configuration is more practical. With a motor on the front, the rear and each side, the airframe remains more stable in level flight and during turns. With less energy being consumed for stability, the extra power goes to carrying heavier payloads.

FAILSAFE MOTORS FOR MINIMUM DOWNTIME

Brushless, low RPM motors and large props work seamlessly for the life of your airframe. Our motors don't need to work as hard, which translates to longevity.

STABLE FLIGHT FOR PRECISE RESULTS

Our smart auto pilot system instantly responds to changing winds to maintain the proper flight attitude. For mapping, stable flight delivers more accurate and precise data.

READY FOR THE FUTURE

The Microdrones platform is ready to be upgraded when new developments in hardware and firmware are implemented.

Businesses and institutions all over the globe rely on Microdrones aircraft to cut operating costs and make their work more efficient, safe, and accurate. Here are just a few reasons commercial users trust Microdrones aircraft:

- **German engineering** – Microdrones UAVs are rugged, reliable, and built to withstand rough weather and the rigors of daily use.
- **Industry-leading flight times** – Microdrones UAVs deliver the longest flight times on the market, so you can fly longer and improve your efficiency on the job.
- **Proven performance** – Professionals need to fly with confidence. Our brushless, low-RPM motors work smart, not hard, allowing for exceptional longevity.

- **Simplicity** – It is easy to get started with Microdrones UAVs. They are easy to use and can be operated with very little training.
- **Application-specific options** – We work to understand your needs and we've developed an arsenal of solutions to meet them. Direct georeferencing, multi-spectral imaging, inspection accessories with brushless gimbals and video return, LiDAR, high-speed industrial cameras – our customers enjoy the best solutions for their specific applications.

- **We offer direct georeferencing (DG) solutions.** Far superior to RTK or PPK, this technology provides significant cost savings to users and enables access when images must be georeferenced in challenging locations. DG enables corridor mapping.

3.6. PROCESO DE RECARGA Y MANTENIMIENTO DE LA BATERÍA

En la ficha técnica que se adjunta en el apartado anterior viene indicado que con la compra del dron está incluida la batería y el cargador de la misma pero no se describe nada acerca de cómo se tiene que realizar el proceso de recarga. Para ello se tomará como referencia un modelo de cargador universal (carga desde baterías de 1 celda hasta baterías de 6 celdas) llamado IMAX B6 AC-DC. El proceso de carga de nuestra batería 10S1P LiPo sería equivalente con la única diferencia que el cargador tendría 11 conexiones para el cable del equilibrado en vez de las 7 que tiene este cargador.



Figura 20. – Cargador IMAX B6 AC-DC

Este cargador es muy sencillo de utilizar ya que lo único que hay que hacer es conectar el cable de alimentación interna a la toma de corriente del inversor que estará a 230 V y 50 Hz, seguidamente se seleccionará que acción se desea realizar. En este campo es importante indicar que, para hacer una carga correcta de la batería, está siempre se debe realizar mediante “equilibrio” para que al final del proceso todas las celdas tengan la misma tensión.

Las baterías a partir de 3 celdas están compuestas por 2 conjuntos de cables: el principal y el de equilibrado. El primero está formado por dos cables y es aquel que entrega la máxima potencia cuando la batería está en uso. En el proceso de carga se conectará mediante un adaptador a los cables positivos y negativos. En cuanto al del equilibrado está formado, en el caso de 10 celdas, por 11 cables, 10 que miden la tensión de cada una de las celdas y el restante que mide la tensión total. En el proceso de carga se conectan a las conexiones de color blanco que se ven en las imágenes anteriores.

Una vez realizadas todas las conexiones y tras escoger el método de carga faltaría por indicar el número de celdas de la batería, en este caso 10S=37 V, y la intensidad de recarga. Este valor será importantísimo ya que si no es el adecuado puede provocar una inflamación e incluso una explosión de la batería. Para fijar ese valor, se tendrá en cuenta la unidad C de carga y descarga máxima, aunque en este caso es del primer tipo. Tomando el valor estándar (1C) se obtiene que la corriente de recarga de la batería del dron es de 21 A. La batería estará completamente cargada cuando la tensión máxima por celda sea de 4,2 V. El tiempo aproximado para alcanzar ese valor de carga, en nuestro caso, esta en torno a los 90 minutos si se añaden las pérdidas de energía durante la carga y la longitud y calidad del cable.



Figura 21. – Conexión de una batería de un dron a un cargador

Llevar a cabo esta metodología en el proceso de recarga es importante pero también será importante tener las baterías a una tensión adecuada cuando no se esté haciendo uso de las mismas. Para que duren mayor tiempo no se pueden dejar completamente cargadas (4,2 V por celda) o completamente descargadas (3 V por celda), lo ideal es que cada celda se mantenga a 3,8 V (Tensión de almacenamiento). Por este motivo algunos cargadores llevan incorporada la función de “almacenamiento” con la cual la batería se descargará o cargará tras ser utilizada dependiendo si su tensión está por encima o por debajo de los 3,8 V, hasta llegar a ese valor.

ANEXO 4. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN

En esta sección se detallarán los cálculos realizados para el dimensionamiento de la instalación.

Los principales elementos de la instalación que necesitamos dimensionar en función del uso y circunstancias serán los paneles fotovoltaicos y las baterías.

4.1. PARAMETROS DE DISEÑO

Lo primero que hay que definir es la potencia que demanda las baterías de los drones para estudiar posteriormente los aspectos técnicos de la instalación.

A continuación, hay que conocer la cantidad de horas de sol y la intensidad de radiación que vamos a recibir para conocer los momentos en los cuales nuestros módulos no generan energía o no la suficiente como para satisfacer nuestras necesidades.

A partir de esos dos estudios, se comienza con la elección de los paneles que tendrán que ser eficientes y económicamente asequibles. La colocación de estos será fundamental para que reciban la mayor cantidad de radiación solar posible.

Además de la instalación de los paneles, habrá que instalar el cableado y un regulador de carga que será fundamental para preservar otro de los elementos más importante de la instalación, los acumuladores.

Los acumuladores o baterías de acumulación son muy importantes a la hora de almacenar la energía generada cuando esta no sea consumida y evitar que sufran un exceso de carga por el generador fotovoltaico y de descarga por el exceso de uso es clave para la duración y el funcionamiento de la instalación.

Por último, se define el inversor solar cuya misión será la de transformar la corriente continua generada en corriente alterna. De esta manera se consigue alimentar a los cargadores de las baterías de los drones. La tensión a la que trabaja el inversor debe ser la misma que las del acumulador.

Una vez realizada la instalación se definirán unas operaciones básicas de mantenimiento para que el rendimiento sea óptimo y la duración de la misma sea mayor.

4.2. POTENCIA REQUERIDA

Para saber la potencia necesaria a cubrir por la fuente renovable, hay que tener en cuenta el número de drones (4) y la potencia que consume su batería. Sabiendo que no es recomendable que las baterías de LiPo se descarguen más allá de un 80 %, se tomara un poco más de margen (90%) de consumo de la batería para realizar el cálculo. Como se comentó cuando se escogió este dron, una de sus grandes ventajas es que no necesita que lleve una batería de repuesto a la hora de realizar los trayectos, lo que reduce el peso de carga, así como la potencia a consumir.

Los datos que se reflejaran a continuación se basan en los días hábiles que tiene cada mes y también en el horario de reparto que se fijara para cada mes. Actualmente solo se realiza el reparto por la mañana, pero con esta medida se podría ampliar por la tarde.

Para ello habrá que tener en cuenta el mes del año ya que las condiciones climatológicas no son iguales y aunque los drones puedan volar de noche, siempre es más recomendable hacerlo durante las horas de sol. Por este motivo se fijará un horario de 9 a 17 horas durante los meses con horario de invierno: Noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. En cambio, se fijará un horario de 9 a 20 horas durante los meses con horario de verano: Abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

Meses	Consumo (kW)
Enero	494,21
Febrero	449,28
Marzo	471,74
Abril	586,87
Mayo	679,54
Junio	617,76
Julio	679,54
Agosto	648,65
Septiembre	648,65
Octubre	710,42
Noviembre	449,28
Diciembre	426,82

Potencia Total (kW)	6862,76
----------------------------	----------------

Tabla 16. – Datos del consumo anual

4.3. ESTUDIO SOLAR

La cantidad de energía disponible depende de la irradiación solar en la zona donde se encuentre la instalación y de la orientación de los paneles.

Para conocer los datos necesarios para realizar los cálculos se hará uso de la herramienta [PVGIS](#) (Photovoltaic Geographical Information System) facilitada por la Unión Europea. En ella se han introducido las coordenadas exactas del lugar donde se va a realizar la instalación que es en Potes (43°8'57.95" N, 4°37'28.42") y se ha introducido la inclinación que tendrán los módulos debido a la pendiente de la cubierta (35°). Los resultados obtenidos son los referentes a los datos mensuales de irradiación como se observa en el siguiente gráfico:

Irradiación solar mensual



Gráfico 7. – Datos mensuales de irradiación en Potes

Como se observa en el gráfico los valores de irradiación difieren mucho entre los meses de verano y los de invierno. A la hora de dimensionar la instalación nos interesará conocer la “Hd” (Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema). Para ello habrá que dividir los valores de irradiación solar mensual por el número de días que corresponde a cada mes. Realizando esta operación se obtiene la siguiente tabla:

Mes	Hd
Enero	2,29
Febrero	3,57
Marzo	4,03
Abril	5,60
Mayo	6,16
Junio	6,13
Julio	6,35
Agosto	6,52
Septiembre	5,77
Octubre	4,58
Noviembre	3,02
Diciembre	3,42

Tabla 17. – Medias diarias de irradiación global recibida

El mes más desfavorable de radiación, se observa que es en enero con $2,29 \frac{kWh}{m^2 \cdot día}$.

La instalación se dimensionará a partir de las condiciones más desfavorables de insolación y así se asegura la cobertura de la demanda durante todo el año.

Una vez se conoce la radiación solar incidente se calculará el HSP (Horas Solares Pico), el cual indica la cantidad de horas que se está recibiendo una irradiación satisfactoria sobre el panel. Es una unidad que relaciona el tiempo con una irradiación constante de $1000 \frac{W}{m^2}$.

$$HSP = \frac{2,29 \frac{kWh}{m^2}}{1 \frac{kW}{m^2}} = 2,29 h$$

4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

4.4.1 Elección del tipo de célula solar

La célula fotovoltaica de mercado es normalmente un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semiconductor, frecuentemente de silicio. Existen diferentes tecnologías de silicio aplicadas a los paneles fotovoltaicos. A continuación, se muestra una tabla comparativa entre las mismas:

TIPO DE CELDA	EFICIENCIA	VENTAJAS	DESENTAJAS
Silicio Monocristalino	14%	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología bien desarrollada y probada. ➤ Estable. ➤ Mayor eficiencia. ➤ Se fabrica en celdas cuadradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emplea mucho material caro. ➤ Mucho desperdicio (casi la mitad) ➤ Manufactura costosa
Silicio Policristalino	12%	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología bien desarrollada y probada. ➤ Estable. ➤ Buena eficiencia. ➤ Celdas cuadradas ➤ Menos costoso que el monocristal. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material costoso ➤ Mucho desperdicio ➤ Manufactura costosa ➤ Menor eficiencia que el monocristal
Silicio Amorfo o Película Delgada	6 %	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza muy poco material. ➤ Costo bajo, 50% del silicio cristalino. ➤ Menos afectado por bajos niveles de insolación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Degradación pronunciada ➤ Menor eficiencia ➤ Menor durabilidad

Tabla 18. – Comparativa entre las tecnologías de silicio aplicadas a los paneles fotovoltaicos

Además de las células formadas mediante silicio se pueden encontrar otras que están formadas por materiales alternativos. Entre estas nuevas alternativas destacan:

- El Arseniuro de Galio: La ventaja más importante que tiene respecto al silicio es que trabaja mejor a altas temperaturas, hecho de gran importancia para células que trabajan en sistemas concentradores de radiación.

-
- El Fosforo de Indio es más difícil de fabricar y rinde menos que los anteriores
 - El Teluro de Cadmio y la Estibinita tienen bajas movilidades, así que las eficiencias en la colección de portadores serán bajas.

En cualquier caso, se están desarrollando tecnologías de configuración de las células, buscando una mejora de rendimiento.

Una vez explicadas todas las características de las células solares que se encuentran actualmente en el mercado, queda por saber qué tipo de ellas se escoge para posteriormente buscar el panel fotovoltaico adecuado.

A pesar de lograr reducir el costo de producción con células de película delgada, también conocidas como de capa fina, existe una cierta incertidumbre en torno a su durabilidad. Todavía falta que tengan una suficiente experiencia y la calidad de producción tiene que mejorarse. Mientras las células monocristalinas y policristalinas garantizan la producción de energía durante un periodo de aproximadamente 25 años, este periodo aún no se puede garantizar con las tecnologías más recientes. Esto afecta a la rentabilidad de los sistemas con el tiempo y por tanto favorece que en este proyecto se opte por las células tradicionales de silicio.

A la hora de elegir de tipo monocristalino o policristalino hay que tener en cuenta si el espacio es reducido y las temperaturas máximas que se alcanzan durante el año ya que las células de silicio policristalino no funcionan tan bien con esas condiciones. Otro factor a tener en cuenta será el económico.

4.4.2 Características de un panel fotovoltaico

Las células solares constituyen un producto intermedio ya que proporcionan valores de tensión y corriente limitados, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Se ensamblan para formar una única estructura: el panel fotovoltaico, una estructura sólida y manejable. El número de células en un panel, y por lo tanto su voltaje de salida, depende de la estructura cristalina del semiconductor usado.

Los paneles modernos tienen células cuadradas lo cual permite que sean de un menor tamaño, más baratos y que tengan la superficie mínima requerida para satisfacer la carga del sistema. La composición del panel la completan un marco,

normalmente de aluminio, que le proporciona una resistencia mecánica adecuada, un vidrio templado que protege a las células de los agentes meteorológicos y los golpes y en la parte trasera los contactos eléctricos.

Una vez descrita la composición general de un panel hay que saber diferenciar los 3 tipos de paneles que existen en el mercado según su número de células. Hay paneles de 12 V compuestos por 36 células, paneles de 24 V compuestos por 72 células y paneles de 24 V de red compuestos por 60 células. Sus propiedades afectaran al resto de componentes de la instalación solar.

Las placas solares de 36 y 72 células (12 y 24 V) se conocen como placas solares de aislada ya que han sido diseñadas para su uso en este tipo de instalaciones. Guardan las mismas características ya que ambas utilizan el regulador convencional PWM y baterías conectadas a la misma tensión, 12 y 24 V. Las células que componen este tipo de placas están conectadas creando una tensión de funcionamiento de 18 y 37 V, respectivamente. Con estas tensiones se garantiza que la energía se almacene correctamente en las baterías, aunque en el circuito eléctrico se produzcan pérdidas de tensión.

Por otro lado, se encuentran las placas solares de red de 24 V. Al principio se utilizaban para generar energía que se distribuía en la red eléctrica, pero gracias a su buena relación precio-potencia se comenzó a utilizar en otros ámbitos. Este tipo de placas están compuestas por 60 células que producen potencias altas a una tensión de funcionamiento de 29 V. Esa tensión de funcionamiento supone un problema a la hora de cargar las baterías de 24 V por lo que se utilizara un regulador del tipo MPPT, capaz de maximizar la tensión que llega a las baterías.

Conocidos los tipos de paneles según sus células, a continuación, se describirán las características eléctricas que tienen los paneles que hay en el mercado:

- Potencia máxima de salida (P_p o P_{mp})

La característica más importante de un panel fotovoltaico. Salvo en casos de muy bajo consumo, la implementación de un sistema fotovoltaico requiere el uso de paneles con potencias de salida de 30 o más vatios.

En la ficha técnica de un panel la potencia máxima nominal se calcula para unas condiciones generales de irradiación y temperatura, a partir de ahí la

potencia nominal varía. Estos valores son $1000 \frac{W}{m^2}$ de irradiación y $25^\circ C$ de temperatura.

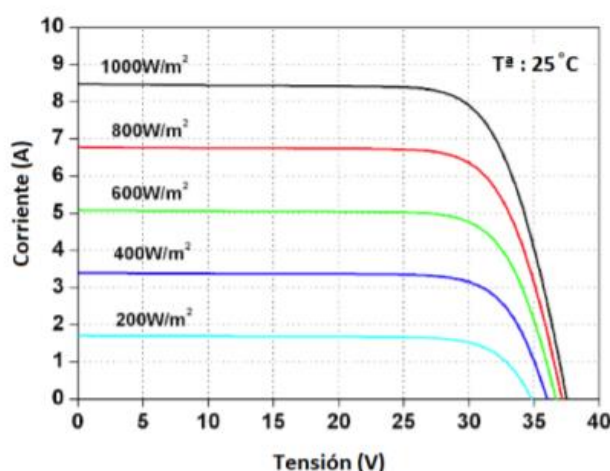


Gráfico 8. – Potencia nominal de los paneles solares

- Tensión a máxima potencia (Ump o Umpp)
Tensión del panel en el punto de máxima potencia (Pmp), característica indicada en el punto anterior. Esta tensión es necesaria a la hora de dimensionar el sistema.
- Intensidad (Imp o Impp)
La intensidad de corriente que genera el panel aumenta con la radiación, permaneciendo el voltaje aproximadamente constante.
En la ficha técnica se hace referencia a la intensidad en la máxima potencia. Este valor será muy importante cuando haya que seleccionar el regulador de carga, debido a que, si no es el correcto el panel no entregara toda la potencia que es capaz de generar.
- Tensión de circuito abierto (Uoc)
Tensión que entrega el panel cuando esta desconectado de la instalación. Será un dato importante para después seleccionar el regulador de carga y otros componentes de la instalación.
- Corriente de cortocircuito (Isc o Icc)
Intensidad de corriente que el panel puede producir cuando está en cortocircuito. Es decir, cuando unimos el cable positivo con el cable negativo se cortocircuita y mediante una pinza de medición se obtiene la intensidad máxima que es capaz de producir el panel.

- Tensión máxima (U_{max})

Este valor supone un límite para el número de paneles que puedes conectar. Los paneles están diseñados para instalarse junto a otros, pero en su conjunto no pueden superar esta tensión. Normalmente suele ser de 1000 V aunque hay algunos de 1500 V.

- Efecto de la temperatura

El aumento de temperatura en las células supone un incremento en la corriente, pero al mismo tiempo una disminución mucho mayor, en proporción, de la tensión. El efecto global es que la potencia del panel disminuye al aumentar la temperatura de trabajo del mismo.

Por este motivo, en las fichas técnicas también se indican datos sobre porcentajes de pérdidas por temperatura.

Aparecen también otros datos de interés como el peso, las dimensiones y las certificaciones técnicas del fabricante, así como otros datos comerciales y de contacto.

Una vez descritas las características que distinguen a los paneles en el mercado y sabiendo la potencia requerida por las baterías de los drones, nos dispondremos a seleccionar los mejores paneles para la instalación. Estos paneles irán instalados en la cubierta del edificio por lo que habrá que tener en cuenta que dicha cubierta es capaz de aguantar el soporte donde irán colocados los paneles.

Existe una gran variedad de empresas dedicadas a la fabricación de estos elementos. Los paneles solares de las empresas Amerisolar y Waaree destacan por su buena relación calidad-precio, mientras que los de otras compañías como Csun se caracterizan por su gran durabilidad. En la siguiente tabla se hace referencia a algunos modelos según su potencia y la empresa a la que pertenecen, indicando a su vez el precio que les corresponde.

Empresa	Potencia (W)								
	20	50	100	150	200	280	300	320	400
Amerisolar	-	-	122,21 €	127,05 €	145,20 €	133,10 €	229,90 €	244,93 €	-
Waaree	-	-	-	159,62 €	180,65 €	-	-	246,10 €	-
Csun	-	-	-	-	-	-	258,49 €	247,55 €	-
Atersa	-	-	-	196,63 €	-	-	-	-	-
EXIOM	-	-	-	127,05 €	-	-	-	-	-
Luxor	-	-	122,21 €	-	-	-	-	-	-
SCL	46 €	74 €	-	108 €	150 €	-	-	-	-
JINKO	-	-	-	-	-	140 €	158 €	-	225 €

Tabla 19. – Precio de paneles solares según su potencia

A partir de estos modelos se obtendrá el óptimo para el proyecto. El consumo diario máximo aplicando un rendimiento a la instalación del 80 % es:

$$Total\ energía\ necesaria = \frac{Total\ Consumo\ por\ día}{Rendimiento\ Instalación} = \frac{2808 \frac{Wh}{día}}{0,8} = 3510 \frac{Wh}{día}$$

Este dato revela que se necesitara un panel de potencia media-alta, así como una batería de capacidad media-alta para poder almacenar toda la energía capturada por el panel. Si se tiene en cuenta también el apartado económico, el panel de 280 W de potencia de la empresa Amerisolar es el más indicado. Estas placas de origen estadounidense proporcionan una garantía que otras empresas no proporcionan.

La ficha técnica referente al AS-6P30, así se denomina el panel, se adjunta más adelante. En ella vienen descritas detalladamente todas las características eléctricas, mecánicas y otras ventajas que posee este elemento.

4.4.3 Cálculo de paneles solares necesarios

A continuación, se realizan los cálculos para establecer el número de placas (módulos) en función de las condiciones de radiación más desfavorables. Para comenzar con ellos se han elegido los paneles solares de 280 W 24 V Policristalinos de la empresa americana Amerisolar.

Como el funcionamiento de la instalación se requiere durante los días hábiles que es cuando se realiza el reparto, habrá que tenerlo en cuenta cuando se determine el número de módulos. Por este motivo se introduce la relación de días, teniendo en cuenta que el número máximo de días hábiles en una semana son 5. Finalmente se obtiene:

$$Numero\ de\ modulos = \frac{5 * energía\ necesaria}{7 * HSP * rendimiento\ de\ trabajo * potencia\ pico\ del\ módulo}$$

$$Numero\ de\ modulos = \frac{5 * 3510}{7 * 2,29 * 0,91 * 280} = 4,3\ modulos$$

Redondeando el valor obtenido se necesitarán 5 módulos de 280 W cada uno. Se obtiene por lo tanto una instalación solar de 1400 Wp totales.

4.4.4 La estructura soporte

La estructura soporte será la encargada de mantener a los módulos en la intemperie. Deberá ser capaz de resistir, con los módulos instalados, las

sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88. En nuestro caso se opta por una estructura fija donde la orientación y la inclinación viene dada por la fisonomía de la cubierta.

Al ser una instalación integrada en cubierta, el diseño de la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustará a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas. Además, se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

El soporte elegido deberá ser capaz de adaptarse al tipo de cubierta que tiene el edificio, teja. Únicamente se necesitará un soporte debido a que no son muchos paneles y hay que minimizar el coste de la instalación. La estructura soporte con mejor calidad precio que se ha encontrado y que cumple con las condiciones propuestas es la KH915 VR (120,59 €). Las características técnicas de este componente se pueden consultar en el anexo correspondiente a las fichas técnicas.

4.4.5 Estudio de las baterías comerciales

En la mayoría de los casos, el almacenamiento de energía en los sistemas fotovoltaicos autónomos se consigue mediante baterías. En estos sistemas, considerando una vida útil de 20 años, el almacenamiento de energía puede suponer el 50 % de los gastos totales. Por ello es esencial tratar de reducir este coste aumentando la duración de las baterías. De hecho, las baterías van a durar menos que los paneles por lo que es preciso reemplazar varias veces durante la vida útil del sistema.

Las baterías utilizadas en los sistemas solares autónomos son por lo general de plomo (Pb), aunque existen diferentes tecnologías según las necesidades y uso final. En cuanto a la tecnología existen baterías de: Plomo-Ácido líquido, baterías AGM, baterías de GEL y baterías Estacionarias. En cuanto a voltaje existen baterías de 6 V, 12 V, 24 V y 48 V.

Aunque se ha indicado que las baterías son por lo general de Plomo, en el mercado actual las baterías de Litio están teniendo cada vez mayor importancia. Dentro de las de Plomo, las de Plomo-Ácido líquido son las más generalizadas y las más baratas. En la siguiente tabla comparativa se explicará cuáles son las principales diferencias entre ambas.

	Baterías de Plomo-Ácido	Baterías de Litio
Profundidad de carga	50-70 %	80-100 %
Numero de ciclos	2000-3000	4000-6000
Carga de la batería	Poco eficiente y lenta	Muy eficiente y rápida
Eficiencia	80-85 %	98%
Tipo de Instalación	Autoconsumo e instalación aislada	Autoconsumo
Mantenimiento	Periódico	Mínimo
Reparaciones	El propio usuario	Servicio técnico
Tensión de funcionamiento	Instalaciones de 12-24 V tradicionales	Válida a 51 V. No conveniente a 12-24V
Vida Útil	6-7 años	11-15 años
Precio	Aprox. 3 veces menor	Aprox. 3 veces mayor

Tabla 20. – Comparativa entre baterías de Plomo-Ácido y baterías de Litio

Como se puede observar en lo referente a las baterías de Litio, prácticamente todo son ventajas, pero hay dos aspectos clave que hacen que en este proyecto nos descantemos por las baterías de Plomo (no únicamente a las de Plomo-Ácido). El primero y el más importante es el relacionado con la tensión de funcionamiento ya que las baterías de Litio ofrecen unas prestaciones excelentes a tensiones altas por lo que en nuestro sistema que trabaja a 24 V no ofrecería toda su capacidad. Por otro lado, el precio es un asunto importante. Aunque su vida útil sea mayor y sea más rentable a largo plazo cualquier contratiempo sería más grave de subsanar que en una batería que ha costado en torno a 3 veces menos.

Una vez descartadas las baterías de Litio, se centrará el estudio en las baterías de Plomo. No en todas las tecnologías existentes ya que las baterías de GEL, aunque lleven muchos años produciéndose no son óptimas para nuestro sistema debido a que no aguantan descargas profundas y no trabajan bien a temperaturas moderadamente altas. Si se produjera alguna de esas situaciones se desequilibraría el electrolito de gel que tienen, produciendo el daño total de la batería. Por este motivo si se describirán las baterías AGM que surgieron como una solución a los fallos y problemas que tenían las baterías de GEL.

Comenzaremos a describir en primer lugar las de Plomo-Ácido, aunque en la tabla anterior ya se dieron bastantes datos relevantes. Se distinguen principalmente porque cada 3-6 meses hay que revisarlas y hay que echarlas agua destilada. Esta

revisión es necesaria para que se produzca correctamente la reacción química en su interior y en consecuencia no se estropee la batería.

Su uso se centra en aplicaciones que requieran una baja potencia y donde el rendimiento esperado no sea muy alto. Su principal ventaja es el precio.

En segundo lugar, aparecen las baterías AGM la evolución de las baterías de GEL. La diferencia entre ambas es que las primeras no poseen un electrolito de gel sino un electrolito sólido por lo que aguantará descargas profundas y ambientes calurosos sin ningún tipo de anomalía. Su principal ventaja es que no requiere mantenimiento, además se puede utilizar para todo tipo de aplicaciones.

Por último, se describirán las baterías estacionarias. Los tres tipos de baterías que encontramos en este segmento son:

- *Batería OPZ-S*: Son baterías de Plomo-Ácido, es decir una barra de Plomo dentro de un electrolito de ácido. Esta formada por un vaso de 2 V por lo que para trabajar con 12 V habría que colocar 6 vasos en serie. Su uso y principal ventaja es lo que las diferencia de las Plomo-Ácido estándar ya que son aptas para instalaciones habituales, cuando se requiera una salida y una entrada constante de energía. Se debe llevar a cabo el mantenimiento comentado anteriormente para el mismo periodo de tiempo.
- *Batería TPZ-S*: Similar a la batería OPZ-S pero de una calidad inferior. Esa diferencia de calidad la determina su armazón, es decir el plástico que las cubre. En este caso es translucido y sufrirá mucho con las descargas fuertes, cediendo e hinchándose por lo que su número de ciclos no es muy alto. Su principal ventaja es el precio.
- *Batería OPZV*: Son baterías de gel formadas al igual que las anteriores por vasos de 2 V, lo que le dará más duración y más estabilidad. Muy útiles para infraestructuras aisladas de cualquier zona habitada ya que no necesitan mantenimiento. Un aspecto importante a tener en cuenta si se sitúa en zonas aisladas son las altas temperaturas ya que pueden desestabilizar el electrolito.

Conociendo ya todas las características de las baterías existentes en el mercado, para este proyecto se seleccionarán las baterías del tipo OPZ-S. La elección de este tipo de batería se basa en su larga vida útil y en su capacidad de adaptación a las

necesidades de la instalación fotovoltaica en cada instante. Siendo capaces de soportar altos niveles de descarga. Se conectan siempre en serie para conseguir que duren lo máximo posible. Su duración también estará relacionada con el mantenimiento que se haga de la misma ya que estas baterías requieren que se compruebe sus niveles de ácido sulfúrico y que se realice periódicamente un proceso de igualación de carga para que todas sus celdas estén a niveles similares de carga y densidad. Realizando estas operaciones la batería durara en torno a 10 y 15 años.

Por el contrario, las de Plomo- Ácido no te garantizan ni un gran rendimiento, ni una buena duración. Las baterías AGM también destacan por su versatilidad y vida útil pero su precio comparado con las baterías seleccionadas es bastante más elevado.

4.4.6 Capacidad de los acumuladores

Para diseñar la capacidad de las baterías, primero se tendrá que establecer la autonomía deseada en caso de tener días desfavorables sin insolación debido a la meteorología.

En este caso, al tratarse de días laborables donde tampoco se hará uso de la instalación durante todo el día (11 horas en verano), la máxima autonomía necesaria se puede establecer en 3 días. Una vez definida la máxima autonomía requerida, se hallará la capacidad de acumulación a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Capacidad de acumulación} = \frac{\text{energía necesaria} * \text{días de autonomía}}{\text{Tensión} * \text{profundidad de descarga de la batería}}$$

La profundidad de descarga según el tipo de batería escogido (batería OPZ-S) oscila entre 0,5 a 0,8. En este caso, se elegirá una batería que tolere una descarga de hasta un 60%.

$$\text{Capacidad de acumulación} = \frac{3510 * 3}{24 * 0,6} = 731,25 \text{ Ah}$$

Este resultado indica que la batería solar necesaria será del tipo OPZ-S de mínimo 731,25 Ah para cubrir un consumo de 3510 Wh/día durante 3 días.

La selección del sistema de acumulación requiere de diferentes comprobaciones para que el sistema dure y tenga un óptimo rendimiento. Necesitan una mínima

intensidad de carga para asegurar que las baterías carguen correctamente y evitar que tengan una vida útil más corta de la esperada.

Se escogerá la batería OPZ-S 2V 765Ah Transparente Tudor-Exide. Se tomarán 12 vasos de la misma y se conectarán en serie para trabajar a la tensión de la instalación (24 V). Dentro del apartado de Fichas Técnicas aparece una información más detallada sobre sus características.



Figura 22. – Batería OPZ-S 24 V 765 Ah Transparente Tudor-Exide

4.4.7 Configuración de la instalación

En función de los elementos que compongan la instalación, podemos encontrarnos con distintos tipos de configuración. En nuestro caso se trata de una instalación compuesta por paneles, sistema de regulación, acumulador e inversor que darán suministro a un cargador que trabaja en corriente alterna y suministra la carga necesaria a la batería de los drones en corriente continua. Lo que aún falta por definir es como están conexiados los paneles que la componen.

Los paneles fotovoltaicos se pueden conectar de tres maneras posibles: serie, paralelo o en ambas, dependiendo del número de paneles que se vayan a instalar, así como de las características que queramos que tenga la instalación.

Si las placas se conectan en serie, se conecta cada panel entre sí de forma directa formando una cadena, es decir, se conecta el polo positivo de un panel con el polo negativo del otro y así sucesivamente. Con esta configuración se consigue que la tensión producida sea la suma de las tensiones de cada panel, pero la intensidad que circula por cada panel sea la misma.

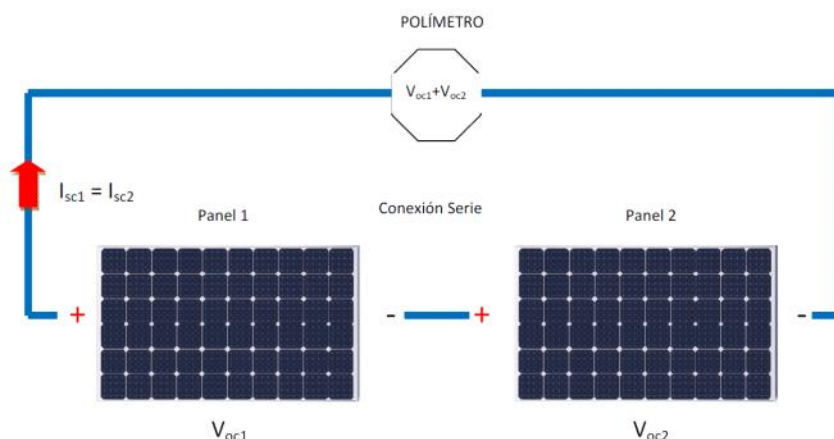


Figura 23. – Conexión en serie de paneles solares fotovoltaicos

En cambio, si la conexión se realiza en paralelo, se conecta todos los polos positivos por un lado y por otro todos los polos negativos. Los paneles se encuentran todos a la misma tensión y se suma la intensidad que produzca cada panel dando lugar a una intensidad resultante.

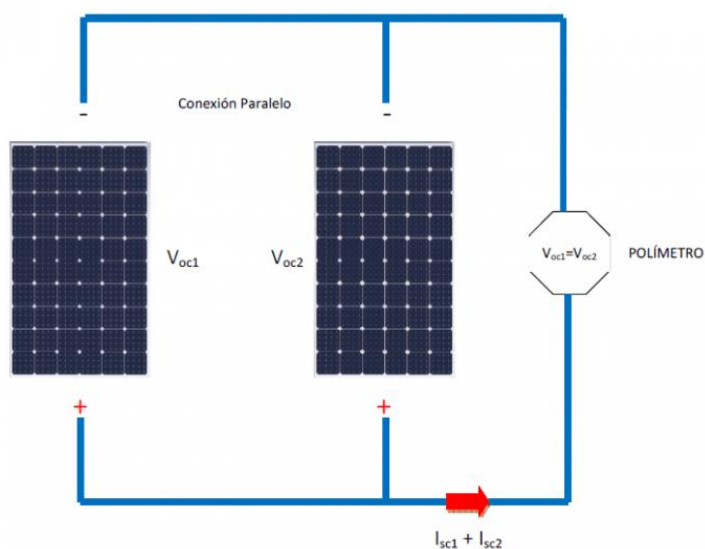


Figura 24. – Conexión en paralelo de paneles solares fotovoltaicos

Cuando lo que se pretende es aumentar tanto la corriente como la tensión del sistema, se opta por una solución combinada serie-paralelo. Con esta conexión se logrará en mayor medida los niveles de tensiones y corriente adecuados.

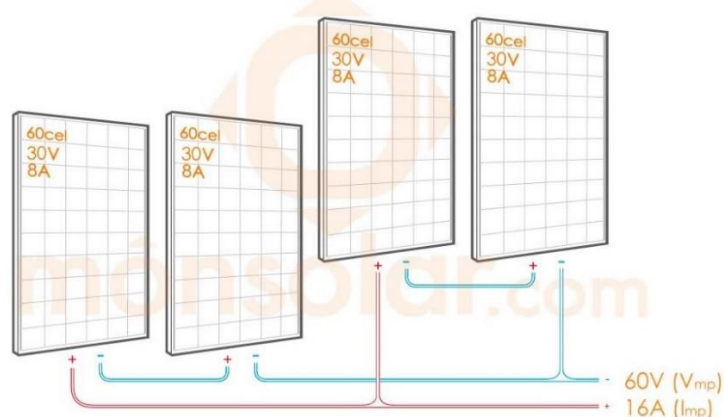


Figura 25. – Conexión en serie-paralelo de paneles solares fotovoltaicos

Para el proyecto se optó por la conexión en paralelo ya que al tratarse de 5 paneles fotovoltaicos era la única conexión viable. De este modo tendremos 5 paneles solares de 280 W, 9,31 A y 24 V cada uno, resultando por tanto 1400 W, 45,55 A y 24 V en su conjunto.

4.4.8 El regulador de carga

El regulador de carga es el dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. Durante la noche el voltaje de salida de los paneles fotovoltaicos es nulo. En días nublados, el nivel de insolación es bajo y los paneles no pueden cargar las baterías. En este último caso el control de carga cumple un rol pasivo, aislando el banco de acumulación del bloque de generación, evitando su descarga. Cuando la insolación aumenta, el voltaje de los paneles supera al del acumulador y el proceso de carga se reanuda. Durante este proceso tiene un rol activo, evitando una gasificación excesiva del electrolito.

Por tanto, la función del regulador es contrarrestar la inestabilidad del generador. Va instalado entre los paneles solares y el acumulador. Compara el valor deseado en la carga con uno de referencia y efectúa los cambios necesarios para compensar las variaciones del generador y las debidas a la carga.

Las características esenciales del regulador de carga son:

- Indicadores de Estado y señalizadores habituales

1. Indicadores de tensión en batería: La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas. Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante un tiempo prolongado se desconecta el consumo, a esta tensión se la denomina tensión de desconexión del consumo. El regulador entra entonces en la conocida como fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga.
 2. Indicadores de fase de carga
 3. Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito
- Protecciones típicas
 1. Contra sobrecarga temporizada en consumo
 2. Contra sobretensiones en paneles, baterías y consumo
 3. Contra desconexión de batería
 - Parámetros para el diseño
 1. Tensión nominal: la del sistema, en este caso 24 V.
 2. Intensidad del regulador: la intensidad nominal de un regulador ha de ser mayor que la recibida en total del generador fotovoltaico
 - Parámetros que determinan la operación
 1. Intensidad Máxima de Carga o de generación: Máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.
 2. Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo
 3. Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

A la hora de seleccionar un modelo para nuestro proyecto hay que tener en cuenta que en el mercado existen dos tipos:

-
- El regulador de carga PWM: Aquel que actúa de corte al paso de energía entre los paneles solares y la batería cuando está tiene una carga completa. Para que funcione correctamente, deberá cumplirse que los paneles solares y las baterías se encuentran a la misma tensión.
 - El regulador de carga MPPT: Como el anterior, corta el paso de corriente de los paneles solares cuando la batería se encuentra a plena carga. Lo que les distingue es que este es capaz de adaptar la tensión de salida del panel solar a la tensión de la batería, por lo que es el óptimo cuando se dispone de distintas tensiones entre el panel solar y la batería. Esta prestación lo que hace es maximizar en todo momento la corriente de carga transmitida a la batería. Por el contrario, presentan 3 limitaciones a la hora de seleccionarlos para una instalación: Potencia máxima del campo fotovoltaico, corriente de entrada y tensión de entrada.

En el presente proyecto la elección de los paneles fotovoltaicos que se hizo anteriormente determina el tipo a utilizar. Este hecho es debido a que los paneles formados por 60 células (precio por Wp más económico), como se explicó dentro del apartado de los paneles fotovoltaicos, no pueden ser utilizados conjuntamente con reguladores de carga PWM a causa de su baja tensión y de las pérdidas en el circuito eléctrico, pues la energía que llegaría a las baterías sería inferior a los 24V necesarios para su correcta carga, provocando que su vida útil se reduzca por el sobreesfuerzo que tendría que realizar.

Para usar este tipo de placas es necesario instalar un regulador MPPT en lugar del PWM. La función del regulador MPPT es amplificar el voltaje hasta los 37V, igual que el que tendría un panel solar de 24V de aislada. De este modo se realizará la carga correctamente y se ecualizarán las baterías.

Una vez que se sabe el tipo de regulador de carga a utilizar (MPPT), hay que determinar cuál es el adecuado en las condiciones de la instalación. Para ello nos fijamos en la ficha técnica del panel, el valor que se le atribuye a la tensión a circuito abierto. Este valor, que es el voltaje máximo de entrada que puede llegar a tener el panel, debe ser inferior al primer número que aparece dentro de la nomenclatura de un regulador de carga. Si es superior el regulador podría quemarse.

El segundo valor que aparece dentro de la nomenclatura de un regulador es la corriente de carga máxima que se puede utilizar. Este valor tampoco debe ser superado tras realizar las conexiones de los paneles en serie o paralelo o combinación de estas. Dentro de la ficha técnica del panel habría que compararlo con la corriente de cortocircuito.

Por último, en la ficha técnica del regulador se incorpora otro valor muy importante que es la potencia máxima. Este valor nos indica la potencia máxima que el regulador es capaz de aprovechar. En caso de que la potencia de la instalación fuese superior, el regulador se protegería y trabajaría a su máxima potencia, pero en ningún momento se quemaría.

Para el proyecto se escogerá el regulador MPPT Blue Solar 100V 50A VICTRON. Cumple con todos los requisitos expuestos anteriormente ya que la tensión a circuito abierto del panel es de 38,6 V, la corriente de cortocircuito 9,31 A (con conexión de los paneles en paralelo será de 46,55 A) nunca superior a los 50 A y la potencia máxima del regulador son 1400 W igual a la potencia máxima de la instalación.

En la Ficha Técnica del regulador se describen sus características al detalle.

4.4.9 El inversor solar

El Inversor es el elemento que convierte la corriente continua procedente de las baterías en corriente alterna, similar a la que nos proporciona la red eléctrica, 230 V a 50 Hz. Los inversores solares utilizados en instalaciones aisladas de la red eléctrica abarcan tensiones de entrada de 12 V, 24 V y 48 V al igual que los otros elementos de la instalación. Las características que definen al inversor son:

- V_{RMS} : Valor eficaz de la tensión alterna de salida.
- La Potencia nominal: Potencia máxima que el inversor es capaz de entregar de forma continua.
- La Capacidad de sobrecarga: Habilidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.
- El Rendimiento del inversor: Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia de operación.
- Factor de potencia: Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

-
- Distorsión armónica total: THD (%). Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida y se define como:

$$THD(\%) = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} V_n^2}}{V_1}$$

Donde V1 es el armónico fundamental y Vn el armónico n-ésimo.

Una vez indicadas todas las características que definen a un inversor y que vamos a ver reflejadas en la ficha técnica del mismo, se describirán los distintos tipos de inversores que hay en el mercado y en consecuencia cual es el mejor de todos para nuestra instalación. A continuación, se definen los 4 tipos:

- Los inversores de onda sinusoidal: Inversores que generan siempre una energía eléctrica sinusoidal pura, es decir, de la misma calidad que genera la red eléctrica convencional.
- Los inversores híbridos: Funcionan tanto en instalaciones solares aisladas (uso de baterías) como en aquellas que estén conectadas a la red. Se debe prestar atención a que equipos se va a conectar ya que dependiendo de sus características podrían estropearlo.
- Los inversores cargadores: Además de realizar la función principal de un inversor, también regulan las cargas de las baterías. El regulador de carga viene incorporado en el inversor.
- Los inversores de conexión a red: Utilizan la energía del campo fotovoltaico siempre que sea suficiente para abastecer los consumos, en caso contrario tomaría la energía de la red eléctrica.

Obviamente, los inversores de conexión a red se descartan inmediatamente ya que no cumplen con la principal característica de la instalación. Los inversores cargadores cumplen con dos elementos de la instalación en uno, pero aquel que cumple las características de nuestra instalación, por ejemplo, el Victron Multiplus 24V 1600W ya tiene un precio demasiado elevado (898 €).

De entre los dos últimos tipos que restan, el de onda sinusoidal es el más adecuado ya que es el más general y el que te garantiza una calidad de energía muy próxima a la de la red eléctrica convencional. Los inversores híbridos son también descartados debido a que nuestro cargador de baterías dispondrá de un transformador y este tipo de inversores puede provocar averías en estos equipos.

A la hora de seleccionar un inversor para nuestro proyecto hay que tener en cuenta el consumo en corriente alterna que tendrá el cargador de las baterías. El consumo en corriente alterna de este cargador está totalmente ligado al consumo en corriente continua de las baterías de los drones. Por lo que se obtiene lo siguiente:

Descripción	Número	P (W)	Horas/día	Días/semana	Energía(Wh/semana)	% Simultaneidad	Potencia simultanea (W)
Batería dron	4	87,75	8	5	14040	100	351

Tabla 21. – Consumo de las baterías de los drones

Con los resultados obtenidos, el cargador de estas baterías será de 100 W cada uno (Cada dron llevará incorporado una batería y un cargador de la misma). El valor de potencia inmediatamente superior a la obtenida que se encuentra en el mercado de cargadores.

Conociendo ya estos datos se escogerá el inversor 24V 700W Schneider Xantrex. Aunque el valor de potencia sea superior al requerido, hay que tener en cuenta que los inversores disminuyen su rendimiento con la temperatura y en verano con temperaturas altas unido a que el inversor se calienta por los componentes electrónicos que incorpora, provoca que siempre haya que tener un margen. En la Ficha Técnica estará indicada esa característica, así como otras de interés para el conocimiento de su funcionamiento.

4.4.10 El cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, a los valores especificados a continuación (referidos a la tensión nominal continua del sistema):

- Caídas de tensión máxima entre generador y regulador: 3 %
- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1%
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1%
- Caídas de tensión máxima entre inversor y cargas: 3 %

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Descrita ya la normativa a cumplir, nos disponemos a calcular las secciones para cada uno de los conductores, aunque en muchos casos estos estarán sujetos a las características de los elementos, indicadas en sus fichas técnicas.

Para el cálculo de la sección en los distintos tramos de nuestra instalación fotovoltaica, se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 * L * I}{k * \Delta V}$$

Dónde: L= longitud del cable, I= Intensidad en (A), k= conductividad (m/Ωmm²), ΔV= Caída de tensión.

La sección obtenida estará en mm² pero esta no será la sección a aplicar. Posteriormente hay que consultar la norma del REBT y ver que secciones están normalizadas. Se escogerá la sección normalizada inmediatamente superior a la obtenida mediante el cálculo.

Como se indicó anteriormente, se dividirá el cálculo de la sección en tres tramos:

1. Generador (Paneles) – Regulador

PANELES – REGULADOR		
Longitud de cable	6	m
Material	56	m/Ωmm ²
Intensidad	44,44	A
% Caída de tensión	3	%
Tensión	24	V

Sección	13,23	mm ²
----------------	-------	-----------------

Tabla 22. – Cálculo de la sección del conductor entre paneles y regulador

La longitud de cable se obtiene aproximadamente, sabiendo que la situación de los componentes de la instalación (salvo los paneles) estarán en una estancia de la planta baja. El material del que está hecho el cable es cobre y ahí se indica el valor de su conductividad. En relación a la intensidad está se calcula a partir de los paneles, sabiendo que la potencia de la instalación es de 1400 Wp y que la tensión a la potencia nominal (Ump) es de 31,5 V. Además de indica el % de caída de tensión según la norma, así como la tensión nominal continua del sistema.

2. Regulador – Acumulador

REGULADOR – ACUMULADOR		
Longitud de cable	1,5	m
Material	56	m/ Ωmm^2
Intensidad	44,44	A
% Caída de tensión	1	%
Tensión	24	V

Sección	9,92	mm ²
----------------	------	-----------------

Tabla 23. – Calculo de la sección del conductor entre regulador y acumulador

La longitud de cable se reduce enormemente ya que ambos se encuentran en el mismo lugar. La longitud junto con la caída de tensión que indica la norma en este caso son los únicos datos modificados.

Para la intensidad vuelve a introducirse el mismo valor, ya que sería la máxima intensidad que pueden recibir las baterías. Esta intensidad sería directamente entregada por los paneles solares cuando estas estuviesen totalmente descargadas (Fase de carga Bulk).

3. Acumulador– Inversor

ACUMULADOR –INVERSOR		
Longitud de cable	2	m
Material	56	m/ Ωmm^2
Intensidad	17	A
% Caída de tensión	1	%
Tensión	24	V

Sección	4,96	mm ²
----------------	------	-----------------

Tabla 24. – Calculo de la sección del conductor entre acumulador e inversor

La longitud del cable varía a una longitud aproximada de 2 m.

Para la obtención de la intensidad se tiene en cuenta la potencia mínima que tiene que suministrar el inversor (400 W) y la tensión del sistema que sigue siendo de 24 V. En lo referente a los demás datos, los cables siguen siendo de cobre y la norma impone un % de caída de tensión del 1%.

4. Inversor– Cargas

Para este tramo no se determinará la sección del conductor ya que será la predeterminada por el cable de alimentación interna del cargador.

Consultando la norma del REBT, se obtiene una sección estándar comercializada para cada tramo. Esta sección puede no ser válida ya que hay que comprobar que cumple con el criterio de intensidad máxima admisible por la norma UNE 20.460-5-523 de la Guía ITC-BT 19.

Como se realizó anteriormente, se hace el cálculo para cada tramo, pero ahora teniendo en cuenta las tablas que se adjuntan a continuación:

	mm ²
	1,5
	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
	240
	300

Tabla 25. – Secciones comerciales de cable de cobre

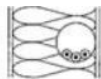



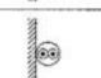
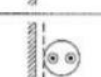
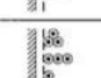
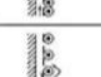
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ³⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁴⁾							3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾									3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 26. – Intensidades máximas admisibles

1. Generador (Paneles) – Regulador

Para este tramo se utilizará la sección de cable estándar de 16 mm².

Se supone que el cableado va en tubos en montaje superficial, por lo que podría ser una instalación “Tipo B”, y al ser dos terminales de cables aislados con aislamiento XLPE, le corresponde la columna 9.

Así pues para una sección de 16 mm², la columna 9 indica que la corriente máxima admisible es de 91 A, muy por encima de los 44,44 A que circularan por este tramo por lo que se cumple con este criterio.

La sección para el tramo Generador- Regulador será de: **16 mm²**

Una vez determinada la sección, hay que determinar los tubos donde van alojados. Para ello deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables aislados. En la siguiente tabla figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 27. – Diámetros exteriores mínimos de los tubos

El diámetro exterior de los tubos para este caso será: **25 mm²**

2. Regulador – Acumulador

Para este tramo se utilizará la sección de cable estándar de 10 mm².

Se supone que el cableado va directamente sobre la pared, por lo que podría ser una instalación “Tipo C”, y al ser dos terminales de cable unipolar con aislamiento XLPE, le corresponde la columna 9.

Así pues para una sección de 10 mm^2 , la columna 9 indica que la corriente máxima admisible es de 68 A, por encima de los 44,44 A que circularan por este tramo por lo que se cumple con este criterio.

La sección para el tramo Regulador- Acumulador será de: **10 mm^2**

3. Acumulador– Inversor

Para este tramo se utilizará la sección de cable estándar de 6 mm^2 .

Se supone que el cableado va directamente sobre la pared, por lo que podría ser una instalación “Tipo C”, y al ser dos terminales de cable unipolar con aislamiento XLPE, le corresponde la columna 9.

Así pues, para una sección de 6 mm^2 , la columna 9 indica que la corriente máxima admisible es de 49 A, por encima de los 17 A que circularan por este tramo por lo que se cumple con este criterio.

La sección para el tramo Acumulador- Inversor será de: **6 mm^2**

4.4.11 Protecciones y puesta a tierra

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. Es recomendable la puesta a tierra de las masas y el uso de interruptores diferenciales, aunque la norma indica que solamente será obligatorio que cuenten con la toma de tierra las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Para la protección contra sobreintensidades se utilizan fusibles. Están compuestos por un conductor fino que se deshace a una temperatura determinada. Se diseñan para que se puedan colocar fácilmente en los circuitos. Si la corriente excede un valor, el conductor se derrite y abre el circuito. Existen distintos tipos de fusible, pero para la aplicación fotovoltaica los más utilizados son los de cuchilla, conocidos como NH. Dentro de este tipo los hay con percutor y sin percutor, la diferencia entre ellos será la rapidez de respuesta.

A la hora de elegir los fusibles se tiene que tener en cuenta los parámetros característicos del fusible:

- Poder de corte: Corriente máxima que puede interrumpir el fusible.
- In: Intensidad nominal, el fusible es capaz de soportarla indefinidamente.
- If: Intensidad de fusión del fusible.

Una condición indispensable para que funcione correctamente es que la I_n debe ser superior a la intensidad de funcionamiento de la instalación

Por este motivo, dentro de la instalación se colocarán cajas de protección con fusibles de un calibre determinado según la intensidad que sea capaz de soportar cada conductor. Estas cajas se sitúan entre el generador y el regulador de carga, así como entre el acumulador y el inversor.

- 1ª Caja de Protección: 4 fusibles de 50 A de I_n . ($I_n > 44,44$ A)
- 2ª Caja de Protección: 2 fusible de 25 A de I_n . ($I_n > 17$ A)

Las protecciones comentadas anteriormente son para corriente continua, pero al igual que en una instalación eléctrica común, será necesario colocar las

protecciones pertinentes en la red de corriente alterna de 230 V de la salida de los inversores. En este caso, se colocarán interruptores magnetotérmicos, que se encargarán de proteger esa zona de la instalación ante las sobreintensidades que se pudiesen producir. La actuación de estos dispositivos es muy rápida. En este proyecto no se calcularán debido a que no conocemos el cable de alimentación interna del cargador.

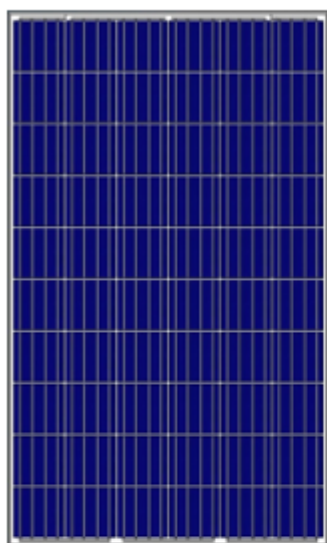
4.5. FICHAS TÉCNICAS

4.5.1 Panel fotovoltaico



AS-6P30

POLYCRYSTALLINE MODULE



Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

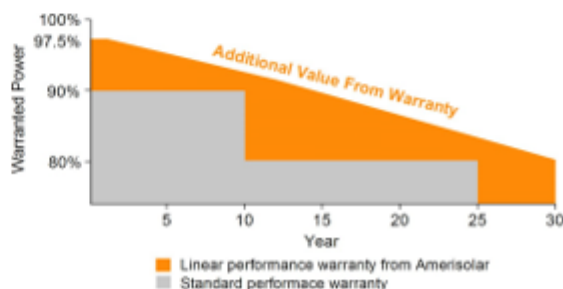
- ☑ High module conversion efficiency up to 17.52% by using high efficient solar cells and advanced manufacturing technology.
- ☑ Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- ☑ Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- ☑ High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- ☑ Potential induced degradation (PID) resistance.
- ☑ Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.

CERTIFICATIONS

- ☑ IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, CE, CQC, CGC, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), Kemco(South Korea), KS(South Korea), MCS(UK), CEC(Australia), FSEC(FL-USA), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ☑ ISO9001:2008: Quality management system
- ☑ ISO14001:2004: Environmental management system
- ☑ OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- ☑ 12 years limited product warranty.
- ☑ Limited linear power warranty: 12 years 91.2% of the nominal power output, 30 years 80.6% of the nominal power output.



ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC

Nominal Power (P_{max})	250W	255W	260W	265W	270W	275W	280W	285W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	38.0V	38.1V	38.2V	38.3V	38.4V	38.5V	38.6V	38.7V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.75A	8.83A	8.90A	8.98A	9.09A	9.20A	9.31A	9.42A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	30.3V	30.5V	30.7V	30.9V	31.1V	31.3V	31.5V	31.7V
Current at Nominal Power (I_{mp})	8.26A	8.37A	8.47A	8.58A	8.69A	8.79A	8.89A	9.00A
Module Efficiency (%)	15.37	15.67	15.98	16.29	16.60	16.90	17.21	17.52
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(In accordance with UL1703)/Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5**ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT**

Nominal Power (P_{max})	184W	188W	191W	195W	199W	202W	206W	210W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	35.0V	35.1V	35.2V	35.3V	35.4V	35.5V	35.6V	35.7V
Short Circuit Current (I_{sc})	7.09A	7.15A	7.21A	7.27A	7.36A	7.45A	7.54A	7.63A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	27.6V	27.8V	27.9V	28.1V	28.3V	28.5V	28.7V	28.9V
Current at Nominal Power (I_{mp})	6.67A	6.77A	6.85A	6.94A	7.04A	7.09A	7.18A	7.27A

NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s**MECHANICAL CHARACTERISTICS**

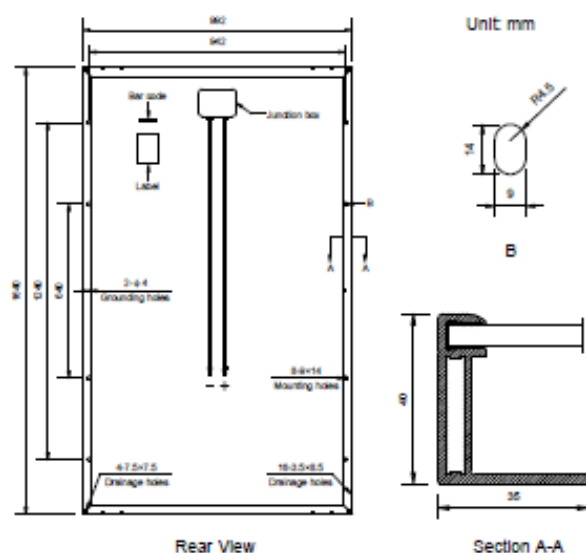
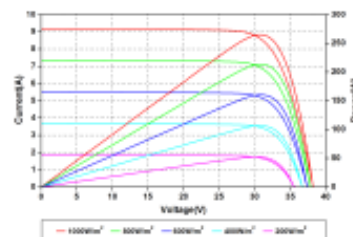
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	60 (6x10)
Module dimensions	1640x992x40mm (64.57x39.06x1.57inches)
Weight	18.5kg (40.8lbs)
Front cover	3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006inches ²), 900mm (35.43inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

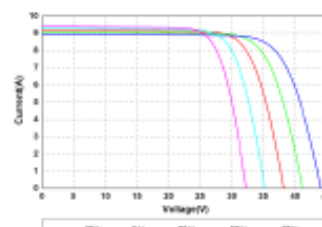
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.41%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.05%/°C

PACKAGING

Standard packaging	26pcs/pallet
Module quantity per 20' container	312pcs
Module quantity per 40' container	728pcs(GP)/784pcs(HQ)

ENGINEERING DRAWINGS**IV CURVES**

Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

Amerisolar and Amerisolar logo denoted with © are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.

4.5.2 Estructura soporte

Soportes coplanares

Cubierta teja y metálica

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ✓ Disposición de los módulos: vertical / horizontal
- ✓ Soporte válido para módulos de hasta 72 células
- ✓ Perfilera: Aluminio EN AW 600 5.T6
- ✓ Tornillería: Acero Inoxidable



Ref. **KH915**



Ref. **KH915 VR**



Ref. **KHT915**



4.5.3 Acumulador

Network Power > Classic Solar > Classic OPzS Solar > Benefits



Classic OPzS Solar

Energy storage for outstanding power applications

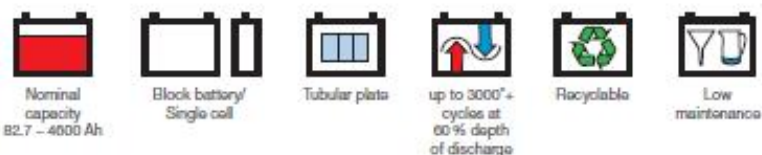
The Classic OPzS Solar range has been well proven for decades in medium and large power applications. Due to their robustness, long design life and high operational safety they are ideally suitable for use in solar and wind power stations, telecommunications, power distribution companies, railways and many other safety equipment power supplies. The wide range of available capacities and sizes provides a solution for every power need, even in harsh environments.

Your benefits:

- > **Optimised design for renewable energy applications** – highest cycling ability and long life
- > **Special alloy and large electrolyte reserve** – very long topping up intervals
- > **Low maintenance** – saving costs
- > **Completely recyclable** – low CO₂ footprint

Specifications:

- > Nominal capacity (C_{120} at 25 °C): 82.7 - 4600 Ah
- > Very thick tubular positive plates for the most demanding applications
- > Up to 2800 cycles at 60 % depth of discharge (C_{60}) with IU charging profile at 20 °C.
For enhanced performance and for systems ≥ 48 V we recommend IU charging to reach 3000 cycles and more.
- > Designed in accordance with IEC 61427 and IEC 60896-11
- > Screw connectors for a better contact and reliability
- > Also available in dry-charged version with separate electrolyte
- > High quality transparent or translucent containers for easy maintenance



*Using IU charging at 20 °C

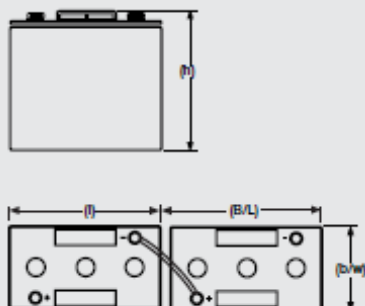
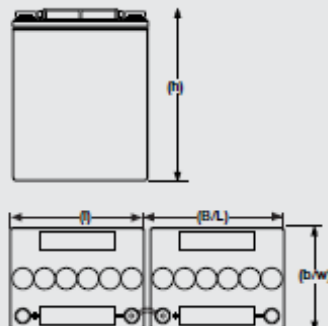
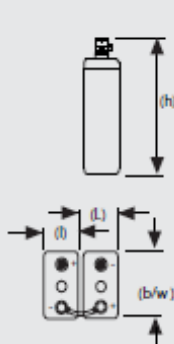
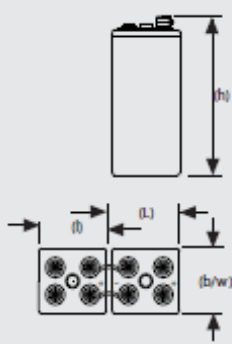
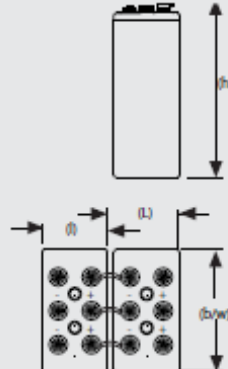
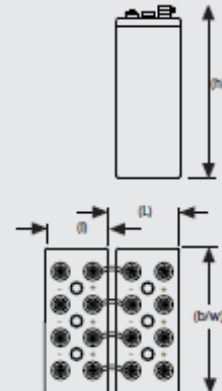
Classic OPzS Solar

Technical data

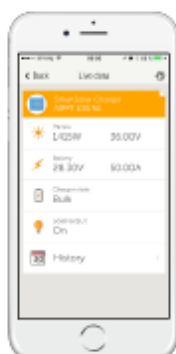
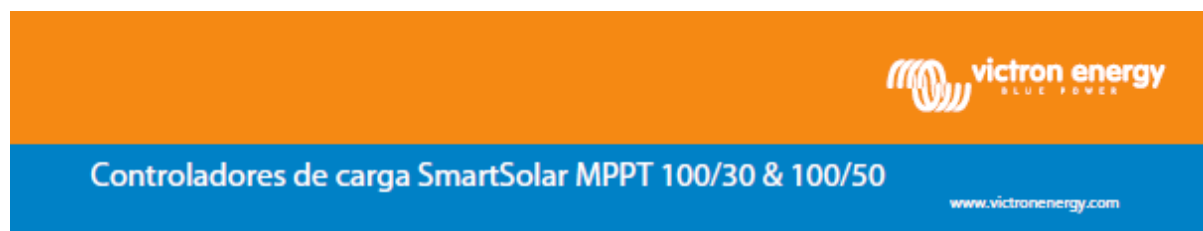
Technical characteristics and data

Type	Part number	Nom. voltage V	Nominal capacity C ₂₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah	Length (l) max. mm	Width (b/w) max. mm	Height* (h) max. mm	Installed length (L) max. mm	Weight incl. acid approx. kg	Weight acid** approx. kg	Internal resistance mΩ	Short circuit current A	Terminal	Pole pairs
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FB	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F-M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FB	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F-M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WC0FB	2	305	105	208	395	115	16.6	4.60	0.83	2450	F-M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WC0FB	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F-M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FB	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FB	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FB	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F-M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WC0FB	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F-M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WC0FB	2	985	147	208	686	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WC0FB	2	1080	147	208	686	157	47.2	12.8	0.43	4800	F-M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FB	2	1320	212	193	686	222	59.9	17.1	0.30	6800	F-M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FB	2	1410	212	193	686	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FB	2	1650	212	235	686	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	686	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F-M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F-M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F-M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WC0FA	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F-M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WC0FA	2	3850	215	490	812	225	184	60.0	0.12	17000	F-M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	812	225	191	58.0	0.11	17800	F-M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	18600	F-M8	4
6V 4 OPzS 200 LA	NVZS060200WC0FB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.68	2283	F-M8	1
6V 5 OPzS 250 LA	NVZS060250WC0FB	6	364	380	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2900	F-M8	1
6V 6 OPzS 300 LA	NVZS060300WC0FB	6	417	380	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F-M8	1
12V 1 OPzS 50 LA	NVZS120050WC0FB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	18.1	688	F-M8	1
12V 2 OPzS 100 LA	NVZS120100WC0FB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.26	1314	F-M8	1
12V 3 OPzS 150 LA	NVZS120150WC0FB	12	210	380	206	347	392	64.0	19.0	6.46	1884	F-M8	1

Type	C _{1.75} Vpc	C _{1.80} Vpc	C _{1.85} Vpc	C _{1.90} Vpc	C _{1.95} Vpc	C _{2.00} Vpc	C _{2.05} Vpc	C _{2.10} Vpc	C _{2.15} Vpc	C _{2.20} Vpc	C _{2.25} Vpc	C _{2.30} Vpc	C _{2.35} Vpc	C _{2.40} Vpc	C _{2.45} Vpc	C _{2.50} Vpc	C _{2.55} Vpc	C _{2.60} Vpc	C _{2.65} Vpc	C _{2.70} Vpc	C _{2.75} Vpc	C _{2.80} Vpc	C _{2.85} Vpc	C _{2.90} Vpc	C _{2.95} Vpc	C _{3.00} Vpc	C _{3.05} Vpc	C _{3.10} Vpc	C _{3.15} Vpc	C _{3.20} Vpc	C _{3.25} Vpc	C _{3.30} Vpc	C _{3.35} Vpc	C _{3.40} Vpc	C _{3.45} Vpc	C _{3.50} Vpc	C _{3.55} Vpc	C _{3.60} Vpc	C _{3.65} Vpc	C _{3.70} Vpc	C _{3.75} Vpc	C _{3.80} Vpc	C _{3.85} Vpc	C _{3.90} Vpc	C _{3.95} Vpc	C _{4.00} Vpc	C _{4.05} Vpc	C _{4.10} Vpc	C _{4.15} Vpc	C _{4.20} Vpc	C _{4.25} Vpc	C _{4.30} Vpc	C _{4.35} Vpc	C _{4.40} Vpc	C _{4.45} Vpc	C _{4.50} Vpc	C _{4.55} Vpc	C _{4.60} Vpc	C _{4.65} Vpc	C _{4.70} Vpc	C _{4.75} Vpc	C _{4.80} Vpc	C _{4.85} Vpc	C _{4.90} Vpc	C _{4.95} Vpc	C _{5.00} Vpc	C _{5.05} Vpc	C _{5.10} Vpc	C _{5.15} Vpc	C _{5.20} Vpc	C _{5.25} Vpc	C _{5.30} Vpc	C _{5.35} Vpc	C _{5.40} Vpc	C _{5.45} Vpc	C _{5.50} Vpc	C _{5.55} Vpc	C _{5.60} Vpc	C _{5.65} Vpc	C _{5.70} Vpc	C _{5.75} Vpc	C _{5.80} Vpc	C _{5.85} Vpc	C _{5.90} Vpc	C _{5.95} Vpc	C _{6.00} Vpc	C _{6.05} Vpc	C _{6.10} Vpc	C _{6.15} Vpc	C _{6.20} Vpc	C _{6.25} Vpc	C _{6.30} Vpc	C _{6.35} Vpc	C _{6.40} Vpc	C _{6.45} Vpc	C _{6.50} Vpc	C _{6.55} Vpc	C _{6.60} Vpc	C _{6.65} Vpc	C _{6.70} Vpc	C _{6.75} Vpc	C _{6.80} Vpc	C _{6.85} Vpc	C _{6.90} Vpc	C _{6.95} Vpc	C _{7.00} Vpc	C _{7.05} Vpc	C _{7.10} Vpc	C _{7.15} Vpc	C _{7.20} Vpc	C _{7.25} Vpc	C _{7.30} Vpc	C _{7.35} Vpc	C _{7.40} Vpc	C _{7.45} Vpc	C _{7.50} Vpc	C _{7.55} Vpc	C _{7.60} Vpc	C _{7.65} Vpc	C _{7.70} Vpc	C _{7.75} Vpc	C _{7.80} Vpc	C _{7.85} Vpc	C _{7.90} Vpc	C _{7.95} Vpc	C _{8.00} Vpc	C _{8.05} Vpc	C _{8.10} Vpc	C _{8.15} Vpc	C _{8.20} Vpc	C _{8.25} Vpc	C _{8.30} Vpc	C _{8.35} Vpc	C _{8.40} Vpc	C _{8.45} Vpc	C _{8.50} Vpc	C _{8.55} Vpc	C _{8.60} Vpc	C _{8.65} Vpc	C _{8.70} Vpc	C _{8.75} Vpc	C _{8.80} Vpc	C _{8.85} Vpc	C _{8.90} Vpc	C _{8.95} Vpc	C _{9.00} Vpc	C _{9.05} Vpc	C _{9.10} Vpc	C _{9.15} Vpc	C _{9.20} Vpc	C _{9.25} Vpc	C _{9.30} Vpc	C _{9.35} Vpc	C _{9.40} Vpc	C _{9.45} Vpc	C _{9.50} Vpc	C _{9.55} Vpc	C _{9.60} Vpc	C _{9.65} Vpc	C _{9.70} Vpc	C _{9.75} Vpc	C _{9.80} Vpc	C _{9.85} Vpc	C _{9.90} Vpc	C _{9.95} Vpc	C _{10.00} Vpc	C _{10.05} Vpc	C _{10.10} Vpc	C _{10.15} Vpc	C _{10.20} Vpc	C _{10.25} Vpc	C _{10.30} Vpc	C _{10.35} Vpc	C _{10.40} Vpc	C _{10.45} Vpc	C _{10.50} Vpc	C _{10.55} Vpc	C _{10.60} Vpc	C _{10.65} Vpc	C _{10.70} Vpc	C _{10.75} Vpc	C _{10.80} Vpc	C _{10.85} Vpc	C _{10.90} Vpc	C _{10.95} Vpc	C _{11.00} Vpc	C _{11.05} Vpc	C _{11.10} Vpc	C _{11.15} Vpc	C _{11.20} Vpc	C _{11.25} Vpc	C _{11.30} Vpc	C _{11.35} Vpc	C _{11.40} Vpc	C _{11.45} Vpc	C _{11.50} Vpc	C _{11.55} Vpc	C _{11.60} Vpc	C _{11.65} Vpc	C _{11.70} Vpc	C _{11.75} Vpc	C _{11.80} Vpc	C _{11.85} Vpc	C _{11.90} Vpc	C _{11.95} Vpc	C _{12.00} Vpc	C _{12.05} Vpc	C _{12.10} Vpc	C _{12.15} Vpc	C _{12.20} Vpc	C _{12.25} Vpc	C _{12.30} Vpc	C _{12.35} Vpc	C _{12.40} Vpc	C _{12.45} Vpc	C _{12.50} Vpc	C _{12.55} Vpc	C _{12.60} Vpc	C _{12.65} Vpc	C _{12.70} Vpc	C _{12.75} Vpc	C _{12.80} Vpc	C _{12.85} Vpc	C _{12.90} Vpc	C _{12.95} Vpc	C _{13.00} Vpc	C _{13.05} Vpc	C _{13.10} Vpc	C _{13.15} Vpc	C _{13.20} Vpc	C _{13.25} Vpc	C _{13.30} Vpc	C _{13.35} Vpc	C _{13.40} Vpc	C _{13.45} Vpc	C _{13.50} Vpc	C _{13.55} Vpc	C _{13.60} Vpc	C _{13.65} Vpc	C _{13.70} Vpc	C _{13.75} Vpc	C _{13.80} Vpc	C _{13.85} Vpc	C _{13.90} Vpc	C _{13.95} Vpc	C _{14.00} Vpc	C _{14.05} Vpc	C _{14.10} Vpc	C _{14.15} Vpc	C _{14.20} Vpc	C _{14.25} Vpc	C _{14.30} Vpc	C _{14.35} Vpc	C _{14.40} Vpc	C _{14.45} Vpc	C _{14.50} Vpc	C _{14.55} Vpc	C _{14.60} Vpc	C _{14.65} Vpc	C _{14.70} Vpc	C _{14.75} Vpc	C _{14.80} Vpc	C _{14.85} Vpc	C _{14.90} Vpc	C _{14.95} Vpc	C _{15.00} Vpc	C _{15.05} Vpc	C _{15.10} Vpc	C _{15.15} Vpc	C _{15.20} Vpc	C _{15.25} Vpc	C _{15.30} Vpc	C _{15.35} Vpc	C _{15.40} Vpc	C _{15.45} Vpc	C _{15.50} Vpc	C _{15.55} Vpc	C _{15.60} Vpc	C _{15.65} Vpc	C _{15.70} Vpc	C _{15.75} Vpc	C _{15.80} Vpc	C _{15.85} Vpc	C _{15.90} Vpc	C _{15.95} Vpc	C _{16.00} Vpc	C _{16.05} Vpc	C _{16.10} Vpc	C _{16.15} Vpc	C _{16.20} Vpc	C _{16.25} Vpc	C _{16.30} Vpc	C _{16.35} Vpc	C _{16.40} Vpc	C _{16.45} Vpc	C _{16.50} Vpc	C _{16.55} Vpc	C _{16.60} Vpc	C _{16.65} Vpc	C _{16.70} Vpc	C _{16.75} Vpc	C _{16.80} Vpc	C _{16.85} Vpc	C _{16.90} Vpc	C _{16.95} Vpc	C _{17.00} Vpc	C _{17.05} Vpc	C _{17.10} Vpc	C _{17.15} Vpc	C _{17.20} Vpc	C _{17.25} Vpc	C _{17.30} Vpc	C _{17.35} Vpc	C _{17.40} Vpc	C _{17.45} Vpc	C _{17.50} Vpc	C _{17.55} Vpc	C _{17.60} Vpc	C _{17.65} Vpc	C _{17.70} Vpc	C _{17.75} Vpc	C _{17.80} Vpc	C _{17.85} Vpc	C _{17.90} Vpc	C _{17.95} Vpc	C _{18.00} Vpc	C _{18.05} Vpc	C _{18.10} Vpc	C _{18.15} Vpc	C _{18.20} Vpc	C _{18.25} Vpc	C _{18.30} Vpc	C _{18.35} Vpc	C _{18.40} Vpc	C _{18.45} Vpc	C _{18.50} Vpc	C _{18.55} Vpc	C _{18.60} Vpc	C _{18.65} Vpc	C _{18.70} Vpc	C _{18.75} Vpc	C _{18.80} Vpc	C _{18.85} Vpc	C _{18.90} Vpc	C _{18.95} Vpc	C _{19.00} Vpc	C _{19.05} Vpc	C _{19.10} Vpc	C _{19.15} Vpc	C _{19.20} Vpc	C _{19.25} Vpc	C _{19.30} Vpc	C _{19.35} Vpc	C _{19.40} Vpc	C _{19.45} Vpc	C _{19.50} Vpc	C _{19.55} Vpc	C _{19.60} Vpc	C _{19.65} Vpc	C _{19.70} Vpc	C _{19.75} Vpc	C _{19.80} Vpc	C _{19.85} Vpc	C _{19.90} Vpc	C _{19.95} Vpc	C _{20.00} Vpc	C _{20.05} Vpc	C _{20.10} Vpc	C _{20.15} Vpc	C _{20.20} Vpc	C _{20.25} Vpc	C _{20.30} Vpc	C _{20.35} Vpc	C _{20.40} Vpc	C _{20.45} Vpc	C _{20.50} Vpc	C _{20.55} Vpc	C _{20.60} Vpc	C _{20.65} Vpc	C _{20.70} Vpc	C _{20.75} Vpc	C _{20.80} Vpc	C _{20.85} Vpc	C _{20.90} Vpc	C _{20.95} Vpc	C _{21.00} Vpc	C _{21.05} Vpc	C _{21.10} Vpc	C _{21.15} Vpc	C _{21.20} Vpc	C _{21.25} Vpc	C _{21.30} Vpc	C _{21.35} Vpc	C _{21.40} Vpc	C _{21.45} Vpc	C _{21.50} Vpc	C _{21.55} Vpc	C _{21.60} Vpc	C _{21.65} Vpc	C _{21.70} Vpc	C _{21.75} Vpc	C _{21.80} Vpc	C _{21.85} Vpc	C _{21.90} Vpc	C _{21.95} Vpc	C _{22.00} Vpc	C _{22.05} Vpc	C _{22.10} Vpc	C _{22.15} Vpc	C _{22.20} Vpc	C _{22.25} Vpc	C _{22.30} Vpc	C _{22.35} Vpc	C _{22.40} Vpc	C _{22.45} Vpc	C _{22.50} Vpc	C _{22.55} Vpc	C _{22.60} Vpc	C _{22.65} Vpc	C _{22.70} Vpc	C _{22.75} Vpc	C _{22.80} Vpc	C _{22.85} Vpc	C _{22.90} Vpc	C _{22.95} Vpc	C _{23.00} Vpc	C _{23.05} Vpc	C _{23.10} Vpc	C _{23.15} Vpc	C _{23.20} Vpc	C _{23.25} Vpc	C _{23.30} Vpc	C _{23.35} Vpc	C _{23.40} Vpc	C _{23.45} Vpc	C _{23.50} Vpc	C _{23.55} Vpc	C _{23.60} Vpc	C _{23.65} Vpc	C _{23.70} Vpc	C _{23.75} Vpc	C _{23.80} Vpc	C _{23.85} Vpc	C _{23.90} Vpc	C _{23.95} Vpc	C _{24.00} Vpc	C _{24.05} Vpc	C _{24.10} Vpc	C _{24.15} Vpc	C _{24.20} Vpc	C _{24.25} Vpc	C _{24.30} Vpc	C _{24.35} Vpc	C _{24.40} Vpc	C _{24.45} Vpc	C _{24.50} Vpc	C _{24.55} Vpc	C _{24.60} Vpc	C _{24.65} Vpc	C _{24.70} Vpc	C _{24.75} Vpc	C _{24.80} Vpc	C _{24.85} Vpc	C _{24.90} Vpc	C _{24.95} Vpc	C _{25.00} Vpc	C _{25.05} Vpc	C _{25.10} Vpc	C _{25.15} Vpc	C _{25.20} Vpc	C _{25.25} Vpc	C _{25.30} Vpc	C _{25.35} Vpc	C _{25.40} Vpc	C _{25.45} Vpc	C _{25.50} Vpc	C _{25.55} Vpc	C _{25.60} Vpc	C _{25.65} Vpc	C _{25.70} Vpc	C _{25.75} Vpc	C _{25.80} Vpc	C _{25.85} Vpc	C _{25.90} Vpc	C _{25.95} Vpc	C _{26.00} Vpc	C _{26.05} Vpc	C _{26.10} Vpc	C _{26.15} Vpc	C _{26.20} Vpc	C _{26.25} Vpc	C _{26.30} Vpc	C _{26.35} Vpc	C _{26.40} Vpc	C _{26.45} Vpc	C _{26.50} Vpc	C _{26.55} Vpc	C _{26.60} Vpc	C _{26.65} Vpc	C _{26.70} Vpc	C _{26.75} Vpc	C _{26.80} Vpc	C _{26.85} Vpc	C _{26.90} Vpc	C _{26.95} Vpc	C _{27.00} Vpc	C _{27.05} Vpc	C _{27.10} Vpc	C _{27.15} Vpc	C _{27.20} Vpc	C _{27.25} Vpc	C _{27.30} Vpc	C _{27.35} Vpc	C _{27.40} Vpc	C _{27.45} Vpc	C _{27.50} Vpc	C _{27.55} Vpc	C _{27.60} Vpc	C _{27.65} Vpc	C _{27.70} Vpc	C _{27.75} Vpc	C _{27.80} Vpc	C _{27.85} Vpc	C _{27.90} Vpc	C _{27.95} Vpc	C _{28.00} Vpc	C _{28.05} Vpc	C _{28.10} Vpc	C _{28.15} Vpc	C _{28.20} Vpc	C _{28.25} Vpc	C _{28.30} Vpc	C _{28.35} Vpc	C _{28.40} Vpc	C _{28.45} Vpc	C _{28.50} Vpc	C _{28.55} Vpc	C _{28.60} Vpc	C _{28.65} Vpc	C _{28.70} Vpc	C _{28.75} Vpc	C _{28.80} Vpc	C _{28.85} Vpc	C _{28.90} Vpc	C _{28.95} Vpc	C _{29.00} Vpc	C _{29.05} Vpc	C _{29.10} Vpc	C _{29.15} Vpc	C _{29.20} Vpc	C _{29.25} Vpc	C _{29.30} Vpc	C _{29.35} Vpc	C _{29.40} Vpc	C _{29.45} Vpc	C _{29.50} Vpc	C _{29.55} Vpc	C _{29.60} Vpc	C _{29.65} Vpc	C _{29.70} Vpc	C _{29.75} Vpc	C _{29.80} Vpc	C _{29.85} Vpc	C _{29.90} Vpc	C _{29.95} Vpc	C _{30.00} Vpc	C _{30.05} Vpc	C _{30.10} Vpc	C _{30.15} Vpc	C _{30.20} Vpc	C _{30.25} Vpc	C _{30.30} Vpc	C _{30.35} Vpc	C _{30.40} Vpc	C _{30.45} Vpc	C _{30.50} Vpc	C _{30.55} Vpc	C _{30.60} Vpc	C _{30.65} Vpc	C _{30.70} Vpc	C _{30.75} Vpc	C _{30.80} Vpc	C _{30.85} Vpc	C _{30.90} Vpc	C _{30.95} Vpc	C _{31.00} Vpc	C _{31.05} Vpc	C _{31.10} Vpc	C _{31.15} Vpc	C _{31.20} Vpc	C _{31.25} Vpc	C _{31.30} Vpc	C _{31.35} Vpc	C _{31.40} Vpc	C _{31.45} Vpc	C _{31.50} Vpc	C _{31.55} Vpc	C _{31.60} Vpc	C _{31.65} Vpc	C _{31.70} Vpc	C _{31.75} Vpc	C _{31.80} Vpc	C _{31.85} Vpc	C _{31.90} Vpc	C _{31.95} Vpc	C _{32.00} Vpc	C _{32.05} Vpc	C _{32.10} Vpc	C _{32.15} Vpc	C _{32.20} Vpc	C _{32.25} Vpc	C _{32.30} Vpc	C _{32.35} Vpc	C _{32.40} Vpc	C _{32.45} Vpc	C _{32.50} Vpc	C _{32.55} Vpc	C _{32.60} Vpc	C _{32.65} Vpc	C _{32.70} Vpc	C _{32.75} Vpc	C _{32.80} Vpc	C _{32.85} Vpc	C _{32.90} Vpc	C _{32.95} Vpc	C _{33.00} Vpc	C _{33.05} Vpc
------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Classic OPzS Solar
Drawings**Drawings with terminal position****6V 4 OPzS 200 LA –
6V 6 OPzS 300 LA****12V 1 OPzS 50 LA –
12V 3 OPzS 150 LA****OPzS Solar 190 –
OPzS Solar 1080****OPzS Solar 1320 –
OPzS Solar 2500****OPzS Solar 3100 –
OPzS Solar 3350****OPzS Solar 3850 –
OPzS Solar 4600***Not to scale!*

4.5.4 Regulador de carga



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 100/50

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT).

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.
Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de software de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.
Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.
Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android
- Panel ColorControl.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440W	700W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V	100V
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A	60A
Eficacia máxima	98%	98%
Autoconsumo	10 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4V / 28,8V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8V / 27,6V (ajustable)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)	
Humedad	95%, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
CARCASA		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	13 mm ² / AWG6	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3 kg	
Dimensiones (al x an x p)	130 x 186 x 70 mm	
NORMATIVAS		
Seguridad	EN/IEC 62109-1	
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. 2) Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.		

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.

Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de los paneles FV.

4.5.5 Inversor solar

**Inversores de onda sinusoidal
PROwatt[®] SW (12 voltios)**



700, 1400 y 2000 vatios de corriente alterna de onda sinusoidal real

La serie PROwatt SW aporta una salida de 230 V de corriente alterna de onda sinusoidal real con 700, 1400 y 2000 vatios, respectivamente. Con su elevada capacidad de arranque, la serie PROwatt SW proporciona la potencia necesaria para arrancar cargas eléctricas exigentes. Los productos de la serie PROwatt SW están disponibles con tres tipos de tomas: Schuko, RU y Australia. La serie PROwatt SW ofrece muchas características de seguridad que no encontrará en otros inversores similares. Si el inversor PROwatt SW está equipado con un control remoto, podrá utilizar el bloqueo de arranque para evitar que la batería se agote cuando el contacto del vehículo no esté conectado.

Por su diseño compacto, fácil de usar e instalar, la serie PROwatt SW resulta ideal para su uso en embarcaciones, vehículos comerciales y vehículos de recreo. La serie PROwatt SW proporciona corriente de onda sinusoidal real para alimentar todo tipo de cargas eléctricas, incluidas herramientas de velocidad variable, dispositivos eléctricos avanzados, microondas, etc. El inversor PROwatt SW proporciona corriente alterna doméstica en cualquier lugar.

Características del producto

- ▶ 700 / 1400 / 2000 vatios como máximo, capacidad de arranque de 1400 / 2800 / 4000 vatios
- ▶ Pantalla digital incorporada para voltaje de CC y potencia de salida
- ▶ Terminales reforzados para facilitar la conexión a la batería
- ▶ Interruptor remoto de encendido/apagado disponible (con bloqueo de arranque)
- ▶ Dos años de garantía

Características de protección

- ▶ Desconexión por baja tensión (10,5 VCC)
- ▶ Alarma por baja tensión (11 VCC)
- ▶ Protección contra sobretensión (15,5 VCC)
- ▶ Apagado por sobrecarga
- ▶ Apagado por exceso de temperatura

© 2009 Xantrex Technology Inc. Todos los derechos reservados. Xantrex, Smart choice for power y PROwatt son marcas comerciales de Schneider Electric Sensen International srl y están registradas en Estados Unidos y otros países.

xantrex[®]

PROwatt[®] SW

700i
1400i
2000i

CE

Xantrex Technology Inc.
Oficina principal
8999 Nelson Way
Burnaby, Columbia Británica
Canadá V5A 4B5
Fax: 604 420 1591

www.xantrex.com

Impreso en Canadá

Smart choice for power™

xantrex™**PROwatt SW 700i, 1400i y 2000i****Especificaciones eléctricas**

Modelo	PROwatt SW 700i	PROwatt SW 1400i	PROwatt SW 2000i
Suministro continuo	700 W	1400 W	2000 W
Capacidad de resistencia a la sobretensión (máxima)	1400 W	2800 W	4000 W
Frecuencia de salida de CA	50 ± 0,5 Hz	50 ± 0,5 Hz	50 ± 0,5 Hz
Rango de voltaje de salida de CA	230 VCA ± 10%	230 VCA ± 10%	230 VCA ± 10%
Forma de onda de salida	Onda sinusoidal real	Onda sinusoidal real	Onda sinusoidal real
Rendimiento óptimo	90%	90%	90%
Consumo de corriente sin cargas	< 1000 mA	< 1000 mA	< 1000 mA
Voltaje de entrada de CC	12 VCC	12 VCC	12 VCC
Rango de voltaje de entrada	10,5 - 15,5 VCC	10,5 - 15,5 VCC	10,5 - 15,5 VCC
Alarma de batería baja	Acústica, 11 VCC	Acústica, 11 VCC	Acústica, 11 VCC
Desconexión por batería baja	10,5 VCC	10,5 VCC	10,5 VCC

Especificaciones generales

Rango de temperatura de funcionamiento	0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F)	0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F)	0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F)
Toma de CA*	Schuko	Schuko	Schuko
Conexión de CC	Cableado	Cableado	Cableado
Pantalla digital	Voltaje de CC, potencia de salida de CA y códigos de error	Voltaje de CC, potencia de salida de CA y códigos de error	Voltaje de CC, potencia de salida de CA y códigos de error
Dimensiones (Al x An x L)	9 x 18,5 x 31 cm (3,5 x 7,3 x 12,2")	11,5 x 24 x 36,9 cm (4,5 x 9,5 x 14,5")	11,5 x 24 x 41,8 cm (4,5 x 9,5 x 16,5")
Peso	2,7 kg (5,9 lb)	4,64 kg (10,20 lb)	5,46 kg (12,05 lb)
Garantía	Dos años	Dos años	Dos años
Número de referencia	806-1206-01	806-1210-01	806-1220-01

* También disponible con toma RU o AUS/NZ

Accesorios (opcionales)

Panel remoto con 7,62 m (25') de cable	808-9001
Cable para el panel remoto de 15,24 m (50')	31-6262-00

Conformidad normativa

Marca CE acorde con las directivas siguientes:

Directiva de baja tensión 2006/95/EC - EN 50178:1997

Directiva sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/EC (RD 1580/2006) - EN 61000-6-1:2007 y EN 61000-6-3:2007

Nota: Las especificaciones pueden cambiar sin previo aviso.

ANEXO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Un aspecto a tener muy en cuenta a la hora de realizar un proyecto es el desembolso económico que éste supondrá. Para ello habrá que fijarse tanto en la inversión inicial, ya que hay que asumir que se gastará una gran cantidad de dinero que no se va a recuperar en un plazo inmediato, como en la amortización del proyecto, puesto que resulta incomprensible invertir en un proyecto sabiendo que nunca se recuperara la totalidad de la inversión o si se recupera en un periodo de tiempo muy largo.

Por ello, en este análisis económico se calculará la inversión total necesaria para realizar la instalación fotovoltaica, así como para la adquisición de los drones y a continuación se detallará primero el ahorro que supone la carga de las baterías cuando se realiza mediante la instalación propuesta y en relación a los drones, se estudiará el ahorro de gasolina que supone el no realizar tantos desplazamientos con vehículos y aunque no sea un aspecto estrictamente económico, el tiempo que se ahorra a la hora de entregar la correspondencia.

Finalmente se ha de calcular el tiempo en el que se cubrirá la inversión y la estimación del ahorro posterior.

5.1. VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

5.1.1 Inversión

Para conocer la inversión a realizar, se han tomado los precios de venta más económicos que se han encontrado en el mercado actual para los distintos componentes que forman parte de la instalación.

En la tabla siguiente se expondrá el número de unidades de cada elemento, el modelo, el precio unitario y el precio total.

Unidades	Componente	Modelo	Precio Unitario(€)	Precio total(€)
5	Módulo fotovoltaico	AS-6P30 polycrystalline module	133	666
1	Soporte para 5 paneles	KH915 VR	121	121
1	Regulador de carga MPPT	MPPT Blue Solar 100V 50A VICTRON	303	303
12	Batería OPZ-S	OPZ-S 2V 765Ah Transparente Tudor-Exide	230	2759
1	Inversor solar	24V 700W Schneider Xantrex	236	236
12 m	Conductor de cobre 16 mm ²	16 mm ² Solar ZZ-F	4	43
3 m	Conductor de cobre 10 mm ²	10 mm ² Solar ZZ-F	2	7
4 m	Conductor de cobre 6 mm ²	6 mm ² Solar ZZ-F	2	7
6 m	Tubo de PVC de 25 mm ²	-	1	6
4	Fusible de 50 A de In	-	5	19
2	Fusible de 25 A de In	-	4	8
4	Portafusible de fusibles de 50 A	-	8	30
2	Portafusible de fusibles de 25 A	-	8	15
TOTAL			4220 €	

Tabla 28. – Inversión a realizar para la instalación fotovoltaica

El presupuesto total es la inversión inicial que hay que realizar más todos los impuestos y estudios que hay que realizar. No teniendo que gastar nada más durante los siguientes años, a no ser que haya que sustituir alguno de los componentes, pero ese factor se tendrá en cuenta en otro apartado. Además, los componentes principales de la instalación tienen garantía del fabricante, por lo que en caso de avería de éstos no incurriría ningún gasto al propietario.

5.1.2 Ahorro en la factura eléctrica

La factura eléctrica está compuesta de varios apartados que sumados hacen el total a abonar por el consumo energético. Normalmente la factura eléctrica se pagará bimensualmente, aunque el usuario puede llegar a un acuerdo con la compañía eléctrica para pagarla mensualmente. En la cuestión que acontece, se calculara aproximadamente los gastos anuales que tiene la Oficina de Correos, para después

estimar el ahorro en la factura que supone al año la propuesta de recargar las baterías mediante la instalación fotovoltaica y no mediante la red eléctrica.

A continuación, se detallarán todos los datos que refleja la factura eléctrica:

- **Termino fijo o término de potencia**

Está directamente relacionado con la potencia contratada. Es una cantidad que se debe pagar, independientemente de si se ha consumido energía o no. En nuestro caso se supone una potencia contratada de 3.45 kW, que se multiplica por el coeficiente establecido por el mercado regulado o libre. Para los cálculos se tomará la tarifa PVPC (Precio Voluntario al Pequeño Consumidor) ya que al tratarse de una empresa pública deberá estar abonada al mercado regulado. Esta tarifa tiene como característica fundamental que el precio de la electricidad lo marca el Gobierno y durante un día existen 24 costes distintos dependiendo de la hora, la oferta y la demanda en la cual se consume la energía. En este caso se tomará un precio medio diario y se le aplicará a todos los días del año, aunque se sabe que varía según el mercado. El precio de la potencia es de 0.122847 €/kW al día de media.

- **Energía activa consumida**

Representa los kilovatios hora consumidos en el periodo establecido. El consumo será medido por el contador a la entrada de la instalación y el coste total se hallará al multiplicar el consumo medido, por el precio que se ha acordado con la empresa comercializadora.

Para estimar el consumo de energía diario se ha supuesto el uso de los siguientes receptores:

	P(W)	t(h)	E(Wh)
Iluminación	350	9	3150
Ordenadores	800	5	4000
Impresoras	200	2	400
Telefono fijo	50	2	100
TOTAL			7650

Tabla 29. – Consumo de energía diario en la oficina de Correos

Para la iluminación se han tomado bombillas de 800 lm y 14 W de potencia (buena eficiencia), se ha considerado que hay dos ordenadores, dos impresoras y dos teléfonos fijos.

Por lo que el consumo anual tomando solo los días hábiles será de 1912,5 kWh.

El precio del kWh con la tarifa seleccionada se encuentra a 0,157989 €/kWh.

- Alquiler de equipos de medida

Tasa que hay que pagar a la compañía por el alquiler del contador que mide el consumo realizado. En esta tasa viene incluido el coste de instalación, certificación, operación y mantenimiento.

- Impuesto sobre la electricidad

Este es un impuesto especial al tipo del 5,1126 % que se aplica sobre el total del coste del consumo más la potencia.

- IVA

A la suma de todos los elementos anteriores hay que sumarle la parte correspondiente a un 21 % de IVA.

Con todos estos datos, la factura eléctrica quedaría conformada de la siguiente manera:

ELECTRICIDAD

Término de potencia	3,45 kW X 365 días X 0.122847 €/kW día	154,70 €
Consumo	1912,5 kWh X 0,157989 €/kWh	302,15 €

<i>Total Electricidad</i>	456,85 €
---------------------------	-----------------

OTROS CONCEPTOS

Equipos de medida	2,82 €	2,82 €
Impuesto Eléctrico	456,85€ X 5,1126 %	23,36 €

<i>Total Otros Conceptos</i>	26,18 €
------------------------------	----------------

IVA	483,03 € X 21%	101,44 €
------------	----------------	-----------------

IMPORTE TOTAL	558,28 €
----------------------	-----------------

Figura 26. – Factura eléctrica de la oficina de Correos

Si a esta factura inicial se le añade lo correspondiente a las cargas de las baterías de los drones se obtiene lo siguiente:

ELECTRICIDAD

Término de potencia	3,45 kW X 365 días X 0.122847 €/kW día	154,70 €
Consumo	1912,5 kWh X 0,157989 €/kWh	302,15 €
Consumo de baterías	702 kWh X 0,157989 €/kWh	110,91 €
<i>Total Electricidad</i>		567,76 €

OTROS CONCEPTOS

Equipos de medida	2,82 €	2,82 €
Impuesto Eléctrico	567,76 X 5,1126 %	29,03 €
<i>Total Otros Conceptos</i>		31,85 €

IVA	599,61 € X 21%	125,92 €
------------	----------------	-----------------

IMPORTE TOTAL		693,67 €
----------------------	--	-----------------

Figura 27. – Factura eléctrica de la oficina de Correos añadiendo las baterías

Realizando un análisis de las dos facturas, se obtiene que mediante el uso de la instalación fotovoltaica se ahorrara anualmente en la factura eléctrica:

$$\text{Ahorro (\%)} = \frac{693.67 - 558.28}{693.67} = 20 \%$$

5.1.3 Justificación económica

En este apartado se comprobará si la instalación proyectada será lo suficientemente rentable como para llevarla a cabo y calcular el periodo de amortización de la misma. En nuestro caso, sólo se tendrá en cuenta el ahorro de costes debido a los consumos que realizarían los cargadores de baterías en caso de conectarse a la red.

Los consumos energéticos de media de la oficina son de unos 2971,5 kWh si se tiene en cuenta también el consumo de los cargadores de baterías.

Según el estudio energético, el generador producirá de media unos 3150 Wh al día. Debido a pérdidas que pudiesen producirse, así como la parte de esa energía que

debe ir destinada a las baterías, la energía producida por el generador será consumida por el cargador de baterías.

Para poder evaluar el periodo aproximado de amortización de la inversión, se utilizará el VAN, teniendo en cuenta un factor de actualización dependiendo del interés fijado.

$$VAN = -Inversión + Beneficio * Fa$$

$$Factor\ de\ actualización = Fa = \frac{1 - (1 + i)^{-n}}{i}$$

Donde i es el interés y n el número de años esperado para completar la amortización. En este caso lo vamos a suponer del 5%. Para 20 años.

$$VAN = 10189,66 + (138,73 * 12,46) = -8460,78$$

Como se puede observar no se va a conseguir amortizar el proyecto para ese periodo y sabiendo que la duración de los paneles es de 30 años, aunque en la realidad pueden llegar a tener una vida útil de hasta 40 años o más se podría aumentar el periodo esperado. Por el contrario, en esta instalación no serán los paneles los que marquen su vida útil sino las baterías. Las baterías estacionarias tienen una duración de entorno a los 20 años si se hace un buen mantenimiento de las mismas por eso se determinó ese periodo.

Por este motivo, al ser los resultados muy negativos el proyecto será inviable sin una subvención de la cantidad obtenida. Aun así, se cree posible llevarlo a cabo por una razón de peso: Correos es una empresa pública por lo que una subvención por parte del Gobierno está prácticamente garantizada, además, se trata de un proyecto de carácter investigador que busca obtener un beneficio social, al demostrar que se puede llevar a cabo en un futuro este método de reparto, apostando a su vez por una energía renovable.

5.2. VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE LOS DRONES

5.2.1 Ahorro en el consumo de carburante

Una de las principales fuentes de ahorro a la hora de llevar a cabo la implantación de los drones, es la menor utilización de motos y furgonetas para el reparto de la correspondencia lo que lleva consigo la disminución del uso de carburantes, aunque esta no sea su función principal.

Como se indicó en el apartado correspondiente al *Estudio del Transporte*, el grupo Correos centra su actividad en el segmento SPT por lo que como se verá en la siguiente tabla el número de motocicletas es el más elevado. Suponen un 50 % del total. Para determinar el número de vehículos, se han adaptado los datos que se tienen a nivel nacional según el nivel de población de Potes.

NUMERO DE VEHICULOS GRUPO CORREOS	
Motocicletas	5
Vehículos ligeros	2
Vehículos pesados	1
Bicicletas y triciclos	2

Tabla 30. – Numero de Vehículos del Grupo Correos en Potes

A continuación, se determinará el ahorro que se obtiene partiendo de que el máximo trayecto (ida y vuelta) que realizaran estos vehículos es el de Potes-Tresviso-Bejes con un total de 83 Km. Otro aspecto a tener en cuenta es que el dron puede sustituir principalmente el trayecto que realicen las motocicletas y en cierta medida si los paquetes a entregar no son muy pesados (por encima de 5 kg), el trayecto que realicen los vehículos ligeros. Asumiendo lo descrito anteriormente, se realiza una estimación de la cobertura que pueden realizar anualmente los drones. Para ello se fija una velocidad de vuelo de 45 km/h, se toma la localidad más lejana de cada municipio, a la que el dron tiene que llegar después de pasar por las poblaciones previas. Al tener mayor número de municipios que de drones disponibles dos de los drones realizaran el reparto para dos municipios que estén relativamente cercanos. Dentro del segmento SPT la carga media tomada será de 350 gr y dentro del segmento CEP los paquetes serán de una carga media de 1 kg. Se considera que la batería extra del dron va a estar siempre cargada cuando haya que realizar el cambio después de cada viaje por lo que en ese aspecto no se perderá tiempo y se aprovecharan las 9,5 horas diarias de reparto que se realizaran de media durante el año (250 días laborables). Se obtienen los siguientes resultados:

Trayecto (Ida y Vuelta)	Distancia (Km)	Tiempo (Ida y vuelta) en minutos	Nº Viajes/año	Carga anual SPT a repartir	Carga anual CEP a repartir	Nº Viajes realizados	Carga anual SPT repartida	Carga anual CEP repartida	Carga SPT restante	Carga CEP restante
Potes-Pido	28	37	3852	18436	1599	3852	17661	1599	775	0
Potes-Lamedo	22	29	4914	11537	1001	2508	11537	1001	0	0
Potes-Tresviso-Bejes	25	33	4319	27302	2368	4319	19227	2368	8075	0
Potes-Caloca-Cucayo	30	40	3563	20073	3542	3563	14273	3542	5800	0

Tabla 31. – Cobertura anual de los drones

A la vista de los resultados obtenidos se observa que en uno de los trayectos se cumple con la demanda anual con menos trayectos de los que el dron es capaz de realizar. Por lo tanto, las horas diarias en las cuales ya no sea necesario realizar ese recorrido, se repartirán en la misma proporción entre los otros trayectos a cubrir.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente se obtienen los siguientes resultados finales:

Trayecto (Ida y Vuelta)	Distancia (Km)	Tiempo (Ida y vuelta) en minutos	Nº Viajes/año	Carga anual SPT a repartir	Carga anual CEP a repartir	Nº Viajes realizados	Carga anual SPT repartida	Carga anual CEP repartida	Carga SPT restante	Carga CEP restante
Potes-Pido	28	37	4142	18436	1599	4007	18436	1599	0	0
Potes-Lamedo	22	29	2508	11537	1001	2508	11537	1001	0	0
Potes-Tresviso-Bejes	25	33	4720	27302	2368	4720	21232	2368	6070	0
Potes-Caloca-Cucayo	30	40	3894	20073	3542	3894	15928	3542	4145	0

Tabla 32. – Cobertura anual de los drones (2)

Como se puede observar, únicamente con cuatro drones se cubre gran parte de la demanda que tiene la comarca de Liébana (excluyendo Potes en este cálculo ya que actualmente se realiza el reparto a pie o mediante bicicletas) por lo que el ahorro en combustible es considerable, así como el ahorro en el tiempo de entrega (una media de 44 minutos al día).

Las motocicletas más utilizadas por Correos para los repartos son las Peugeot Tweet 125cc con motor gasolina y con un consumo aproximado de 2,5 L/100 km. En el caso de vehículos ligeros, las más utilizadas son las furgonetas Renault Kangoo con motor diésel y con un consumo aproximado de 5,5 L/100 km. Las motocicletas cubrirán todos los trayectos (Potes-Pido y Potes-Cucayo dos veces) menos el de Potes-Tresviso-Bejes ya que en este recorrido hay mucha mercancía que repartir y el trayecto es muy largo por lo que es más conveniente utilizar una furgoneta. En este apartado con respecto al anterior habrá un trayecto más debido a que no hay ninguna carretera que una directamente Caloca y Cucayo.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos se puede realizar el siguiente cálculo:

Trayecto (Ida y Vuelta)	Distancia (Km)	Tiempo (Ida y vuelta) en minutos	Tipo de Vehículo	Consumo (L/100 km)	Precio combustible (€/L)	Gasto anual (€)	Ahorro anual (€)
Potes-Pido	40	48	Moto	2,5	1,339	670	670
Potes-Lamedo	31	44	Moto	2,5	1,339	259	259
Potes-Tresviso-Bejes	83	187	Furgoneta	5,5	1,159	1323	628
Potes-Caloca	42	56	Moto	2,5	1,339	351	0
Potes-Cucayo	40	58	Moto	2,5	1,339	670	0

Tabla 33. – Gasto en combustible para el transporte

El ahorro total será la suma de los dos trayectos que no hay que realizar ya que los cubren íntegramente los drones, más la diferencia entre el gasto anual cuando se utiliza una furgoneta y cuando se utiliza una moto debido a que gran parte del reparto lo realizan los drones y no hace falta el uso de una furgoneta para repartir lo restante.

$$\text{Ahorro anual (\%)} = \frac{1557}{3273} * 100 = 47\%$$

5.2.2 Justificación económica

En el apartado anterior se analizó el ahorro anual en combustible y se observó que suponía casi la mitad. A pesar de ello el elevado precio de los drones (45000 €/ud) hace que esta propuesta sea inviable. Lo que si es cierto es que el objetivo de este proyecto no es el de ahorrar en materia de combustible, sino el de realizar un desarrollo tecnológico en una zona rural que atraerá otros proyectos de esta índole, así como el de reducir el riesgo de accidentes de los trabajadores, pero sin llegar a sustituirlos ya que se formaran para controlar el trayecto de los drones. Otro de los objetivos más importantes de este proyecto es el de comunicar en todo momento los pueblos de la comarca.

Con esto en mente para hacer frente a la inviabilidad económica que en principio obtenemos, una solución sería buscar ayuda económica por medio de subvenciones de ayuda y financiación que cubran prácticamente la totalidad del proyecto.

Al estar vinculado con una empresa pública (Correos) creo que sería más sencillo disponer de subvención o bien del Gobierno de Cantabria o bien del Gobierno de España.

5.2.3 Evolución del precio de la tecnología fotovoltaica

Como se ha podido comprobar, los precios actuales de los drones, con características de autonomía y capacidad de carga elevadas, son demasiado altos al ser una tecnología que, aunque esté dando grandes pasos año a año, aún tiene que desarrollarse más.

En este apartado se quiere recalcar el como la madurez tecnológica afecta al coste y para ello se hace un análisis de la otra tecnología que forma parte del proyecto, la tecnología fotovoltaica.

El coste medio de la energía producida con fotovoltaica se estima en el rango de 0,04-0,07 €/kWh. Este precio es competitivo frente a fuentes tradicionales tanto renovables (hidroeléctrica, eólica) como no renovables (carbón, gas y nuclear).

En el siguiente gráfico se observa claramente lo indicado anteriormente:

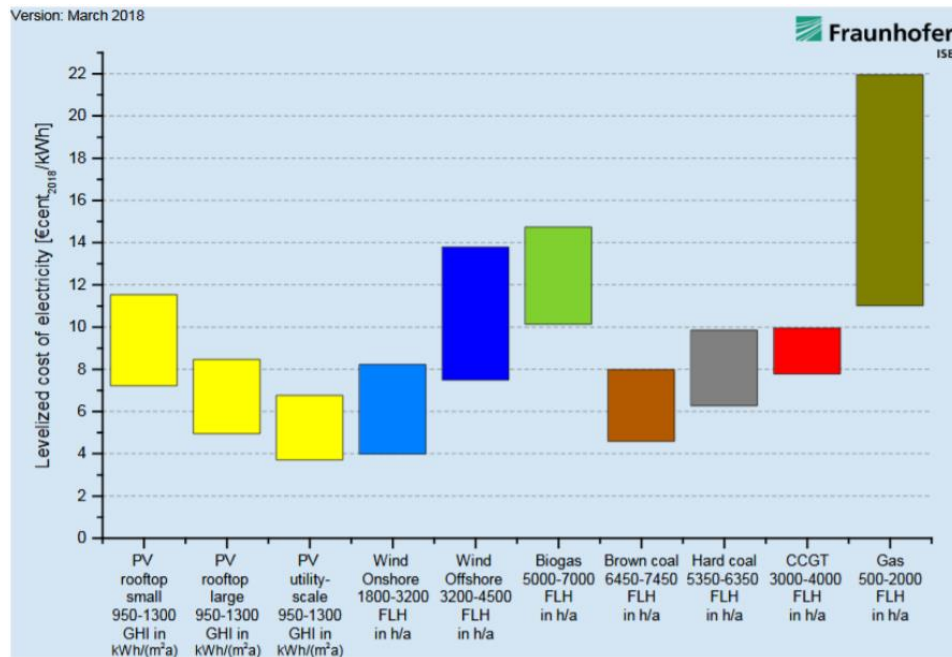


Gráfico 9. – Coste de la electricidad mediante diferentes tecnologías

La competitividad del precio de producción de la energía se debe también a la evolución del precio de los módulos fotovoltaicos.

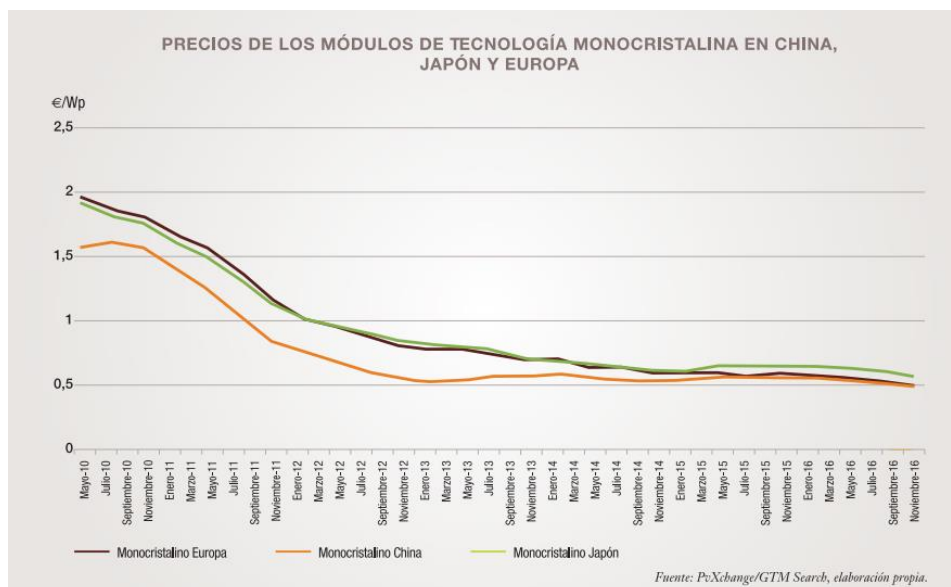


Gráfico 10. – Evolución del precio de módulos fotovoltaicos

Como vemos, en 2010 el coste de los módulos de la tecnología fotovoltaica estaba en torno a 2 €/Wp. A finales del año 2016 el coste de los módulos estaba en torno a 0,5 €/Wp y actualmente pueden encontrarse ofertas por debajo de los 0,25 €/Wp. Pero es que, si nos remontamos simplemente unos años más, encontramos que en 2007 el módulo fotovoltaico policristalino rondaba los 4 €/Wp.

Estas mejoras en el precio se han conseguido mediante dos vías:

1. Economías de escala, gracias a la producción automática de módulos e inversores en fábricas muy grandes que integran casi todas las fases del proceso productivo.
2. Aumento de la eficiencia de los módulos, que permite generar más energía con células fotovoltaicas de la misma superficie.

Por tanto, el coste actual de la tecnología fotovoltaica es aproximadamente diez veces menor de lo que era hace 10 años y aún se espera que el precio siga descendiendo, por lo que habrá otros factores como la obra de instalación y las estructuras de soporte que tendrán mayor importancia en el precio final de la instalación en su conjunto.

Por todos estos motivos la tecnología fotovoltaica se ha convertido en una de las favoritas para los inversores.

Como conclusión final, relacionándolo con los drones, se puede destacar que, aunque los drones tengan un precio elevado, es evidente que en un futuro cercano estarán presentes en muchas actividades cotidianas y dentro del reparto de mercancías serán clave por lo que la demanda crecerá, pero la oferta también al ser un sector pujante.

ANEXO 6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. MEMORIA

6.1.1 Objeto del estudio de seguridad y salud

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en las disposiciones posteriores, R.D. 39/1997 de 17 de Enero, Reglamento de los servicios de Prevención, R.D. 485/1997 de 14 de Abril, Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, R.D. 486/1997 de 14 de Abril, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, y en el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción; la necesidad de establecer unas condiciones mínimas de seguridad en el trabajo del sector de la construcción.

Para ello se redacta del Estudio de Seguridad y Salud, en el cual se analiza el proceso constructivo de la obra concreta y específica que corresponda, las secuencias de trabajo y sus riesgos inherentes; posteriormente analizaremos cuales de estos riesgos se pueden eliminar, cuales no se pueden eliminar, pero si se pueden adoptar medidas preventivas y protecciones técnicas adecuadas, para reducir e incluso anular dichos riesgos. Este Estudio de Seguridad y Salud, establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidente, enfermedades profesionales, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar social de los trabajadores durante la ejecución de la obra: **“INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COMO PUNTO DE RECARGA PARA EL REPARTO DE MERCANCIAS A TRAVES DE DRONES EN ZONAS RURALES”**.

6.1.2 Deberes, obligaciones y compromisos tanto del empresario como del trabajador

Según los Arts. 14 y 17, en el Capítulo 111 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

1. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a

los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario debe realizar la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley.

El empresario desarrollara una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.

3. El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
4. Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementaran las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.

5. El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno en los trabajadores.

Haciendo referencia a los equipos de trabajo y medios de protección;

1. El empresario adoptara las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptara las medidas necesarias con el fin de que:
 - La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
 - Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
2. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

6.1.3 Cuales son los principios básicos de la acción preventiva

De acuerdo con los Arts. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

1. El empresario aplicara las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
 - a) Evitar los riesgos
 - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

- c) Combatir los riesgos en su origen
 - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales.
 - h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. El empresario tomara en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
 3. El empresario adoptara las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico
 4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias que pudiera cometer el trabajador.
Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales solo puedan adaptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
 5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar la cobertura de la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Realizando una evaluación de los riesgos:

-
1. La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido.
 2. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior.
 3. Cuando con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

6.1.4 Características y datos generales de la obra

La obra se pretende realizar en la localidad de Potes, Cantabria, su situación se define en los correspondientes planos del Proyecto de **“INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COMO PUNTO DE RECARGA PARA EL REPARTO DE MERCANCÍAS A TRAVÉS DE DRONES EN ZONAS RURALES”**.

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de seis mil ciento noventa y tres euros con noventa y cuatro céntimos (6193,94 €).

El plazo de ejecución es de 5 días.

El número de operarios para este tipo de instalaciones será habitualmente 3.

6.1.5 Evaluación de riesgos durante la ejecución de las obras y su prevención.

La acción preventiva se va a desarrollar indicando la forma de anular los riesgos y estableciendo medidas preventivas para reducirlos. Se procederá a enumerar los riesgos indicando cuales serían sus medidas preventivas.

Todos los riesgos enumerados se pueden encontrar en cualquier fase de la obra, debiendo tener en cuenta para cada momento la aplicación de la prevención específica. Los riesgos enumerados los podemos resumir de la siguiente forma:

A. Riesgos propios:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Cortes y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Heridas por objetos punzantes.
- Electrocuciiones.
- Intoxicaciones y dermatitis.
- Incendios.
- Atropellos por maquinas o vehículos

B. Riesgo de daños a terceros:

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de materiales
- Atropellos

6.1.6 Protecciones a emplear para prevenir los riesgos enumerados.

I. Protecciones de la cabeza

Cascos: 1 por hombre, para técnicos, encargados, capataces y posibles visitantes. Color distinto para el resto de personal.

Pantalla protección soldador eléctrico: 2 en obra.

Gafas anti polvo: 4 en obra y 4 en acopio.

Mascarillas anti polvo: 5 en obra y 5 en almacén de obra.

Pantalla contra proyección de partículas: 3 en obra.

Protectores auditivos: 4 en obra.

II. Protecciones en el cuerpo

Cinturones de seguridad: 1 por gruísta, clase A; 1 por carpintero, clase C; 2 por cada tres ferrallistas, clase C; 1 por cada cinco peones, clase C.

Monos: 1 por obrero. Se tendrá en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según convenio.

Trajes de agua: se prevé un acopio en obra de 25 unidades.

Mandil de cuero: 2 en obra.

III. Protección extremidades superiores

Guantes de goma finos: 1 por albañil y hombre que trabaje en hormigonado

Guantes de cuero: 1 por cada trabajador y 15 en almacén.

Guantes dieléctricos: 2 en obra.

Guantes de soldador: 2 en obra.

Manguitos de soldador: 2 en obra

IV. Protección extremidades inferiores

Botas de goma: 1 por operario que trabaje en hormigonado.

Botas de seguridad: 1 por cada trabajador

V. Señalización general

Señales de STOP en cada puerta.

Obligatorio uso del casco.

Entrada y salida de vehículos.

Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

- VI.** Instalación eléctrica
 - Tomas de tierra.
 - Interruptores diferenciales.
 - Conductor de protección
- VII.** Desbroce y explanación
 - Señales de peligro: Maquinaria pesada en movimiento.
 - Acústica: Toda la maquinaria pesada la dispondrá en marcha atrás.
- VIII.** Protección contra incendios
 - Se emplearán extintores portátiles.
- IX.** Primeros auxilios
 - Se dispondrá de dos botiquines en la obra, uno en la oficina y otro en las instalaciones para el personal.
- X.** Asistencia a los accidentados
 - Se informará a la obra de los emplazamientos de los diferentes Centros Médicos, servicios propios, mutualidades laborales, Ambulatorios etc. donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.
 - Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados.
 - Reconocimiento Médico a toda persona que empieza a trabajar en la obra.
 - Debera pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

6.1.7 Instalaciones eléctricas de obra

Los riesgos derivados de la instalación eléctrica de obra, se protegerán conforme a lo que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Toda maquinaria cuyo funcionamiento sea por medio de energía eléctrica, tendrá su correspondiente puesta a tierra. Asimismo, los cuadros eléctricos estarán dotados de puesta a tierra e interruptores diferenciales que funcionarán correctamente en todo momento.

Los cables no estarán por tierra, se habilitarán mástiles y largueros donde atar los cables de tal forma que se pueda circular y trabajar por debajo de ellos.

Toda instalación eléctrica debe estar convenientemente dividida en varios circuitos, con objeto de limitar las consecuencias resultantes de un posible defecto en cualquiera de ellos. Esta división facilitara la localización de fallos y el trabajo de mantenimiento. El armario y la instrumentación utilizada deben adaptarse a las condiciones de empleo de las obras.

Los armarios pueden clasificarse en las siguientes categorías, según su destino:

- Armarios de distribución general: Material semi-fijo.
- Cuadros de alimentación portátil: Material móvil

La construcción de estos cuadros deberá cumplir con lo estipulado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En el cuadro se instalarán protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas, a base de magnetotérmicos. También se instalarán interruptores de corte sensibles a las corrientes de defecto, o sea interruptores diferenciales. Se procurará que sean de la máxima sensibilidad posible, de 30 o 100 mA. Para la protección contra contactos eléctricos indirectos, y para que actúen los interruptores diferenciales, será necesaria la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica. La toma de tierra se instalará al lado del cuadro eléctrico y de este partirán los conductores de protección a conectarse a las maquinas o aparatos de la obra. Las tomas de corriente se realizarán con material clasificado como IP-445, se instalarán en los laterales del armario.

6.2. PLIEGO DE CONDICIONES

6.2.1 Disposiciones legales de aplicación

Son de obligatorio cumplimiento las disposiciones contenidas en:

1. *Ley de prevención de riesgos laborales*

LEY 31/1995, de 08.11.95, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (BOE no 269 de 10.11.95). Deroga, entre otros, los Títulos 1 y 111 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

REAL DECRETO 39/1997 de 17 de enero de 1997, Reglamento de los servicios de prevención. (BOE Nº 27 de 31 de Enero de 1997).

2. *Estatuto de los trabajadores*

LEY 8/1980, de 10.03.80, Jefatura del Estado, por la que se aprueba el estatuto de los Trabajadores (BOE no 64 de 14.03.80). Modificada por Ley 32/1984, de 02.08.84 (BOE no 186 de 04. 08. 84).

LEY 32/1984, de 02,08.84, por la que se modifican ciertos art. de la Ley 8/80 del Estatuto de los Trabajadores (BOE no 186 de 04.08.84).

LEY 11/1994 de 19.03.94, por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social (BOE no 122 de 23.05.94).

3. *Ley general de la seguridad social*

DECRETO 2.065/1974, de 30.05.74 (BOE no 173 y 174 de 20 y 22.07-74).

REAL DECRETO 1/1994, de 03.06.94, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social (BOE no 154 de 29.06.94).

REAL DECRETO LEY 1/1986, de 14.03.86, por la que se aprueba la Ley General de la Seguridad Social (BOE no 73 de 26.03.86).

4. *Ordenanza general de Seguridad e Higiene del trabajo*

ORDEN de 31.01.40, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en el Trabajo. Capítulo VI - 1 sobre andamios (BOE de 03.02.40 y 28.02.40).

ORDEN de 20.05.52, por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Obras Públicas (BOE de 15.06.52).

ORDEN de 09.03.71, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (BOE no 64 y 65 de 16 y 17.03.71). Corrección de errores (BOE de 06.04.71).

5. Ordenanza de trabajo de la Construcción. Vidrio y Cerámica

CONVENIO Nº 62 DE LA OIT, de 23.06.37, sobre Prescripciones de Seguridad en la Industria de la Edificación (BOE de 20-08.59). Ratificado por Instrumento de 12.06.58.

DECRETO 2987/68, de 20.09.68, por el que se establece la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras (BOE de 03.12.68 y 4-5 y 06.12.68).

ORDEN de 28.08.70, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (BOE de 05.09.70, y del 6 al 09.09.70). Rectificado posteriormente (BOE de 17.10.70, 21 y 28.11.70). Modificado por Orden de 22.03.72 en (BOE de 31.03.72), y por orden de 27.07.73.

ORDEN de 28.08.70, Mº. Trabajo, por la que se aprueba la Ordenanza Laboral de la Industria de la Construcción, Vidrio y Cerámica (BOE de 5, 6, 7, 8 y 09.09.70).

Rectificado posteriormente (BOE de 17.10.70). Interpretación por Orden de 21,11.70 (BOE de 28.11.70), y por Resolución de 24.11.70 (BOE de 05.12.70). Modificado por Orden de 22.03.72 (BOE de 31.03.72).

DECRETO 462/71, de 11.03.71, por el que se establecen las Normas sobre Redacción de Proyectos y Dirección de Obras de Edificación (BOE de 24.03.71).

ORDEN de 04.06.73, del Ministerio de la Vivienda por el que se establece el Pliego Oficial de Condiciones Técnica de la Edificación (BOE de 13-06.73 y 14-15-16-18- 23-25 y 26.06.73).

ORDEN de 28.07.77, por la que se desarrolla el DECRETO 1650/77, de 10.06.77, sobre Normativa de la Edificación (BOE de 18.08.77).

ORDEN de 23.05.83, por la que se establecen las Normas Tecnológicas de la Edificación. Clasificación Sistemática (BOE de 31.05.83). Modificada por ORDEN de 04.07.83 (BOE de 04.08.83).

REAL DECRETO 486/1997 de 14 de abril, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE no 97 de 23 de abril de 1997).

6. Estudios de seguridad y salud

REAL DECRETO 1627/1997 de 24 de octubre de 1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

7. Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo.

ORDEN de 06.06.73, sobre carteles en obras (BOE de 18.06.73).

REAL DECRETO 485/1997 de 14.04.97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (BOE no 97 de 23.04.97).

8. Normas de iluminación de Centros de trabajo

ORDEN de 26.08.40, por la que se aprueban las normas sobre iluminación en los centros de trabajo (BOE no 242 de 29.08.40).

9. Ruido y vibraciones

REAL DECRETO 245/1989, de 27.02.89, sobre Homologaciones. Determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (BOE no 60 de 11.03.89). Modificado posteriormente el 17.11.89.

ORDEN de 17.11.89, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se modifica el Anexo 1 del Real Decreto 245/1989, de 27.02.89, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra. (BOE NO 288 de 01.12.89).

ORDEN de 18.07.91, por la que se modifica el Anexo 1 del Real Decreto 245/1989, de 27.02.89, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (BOE no 178 de 26.07.91).

REAL DECRETO 71/1992, de 31.01.92, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, por el que se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, de 27.02.89, y se establecen nuevas especificaciones Técnica de determinados materiales y maquinaria de obra (BOE no 32 de 06.02.92). Se refiere a la determinación y limitación de la potencia acústica, así como a las estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS). Acomodándose a las directivas europeas.

REAL DECRETO 245/1989, Mº. Industria, de 27.02.89, por el que se establecen las Homologaciones, determinación y limitación de la potencia

acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (BOE no 60 de 11.03.89, y modificaciones de 17.11.89).

REAL DECRETO 71/1992, Mº. Industria, de 31.01.92, por el que se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, de 27.02.89, y se establecen nuevas especificaciones técnica de determinados materiales y maquinaria de obra, referentes a la determinación y limitación de la potencia acústica, así como a las estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS), acomodándose a las disposiciones de varias directivas europeas (BOE no 32 de 06.02.92).

10. *Manutención manual*

DECRETO de 15.11.35, MO. Trabajo, por el que se prohíbe el transporte a brazo de pesos superiores a 80 kilogramos (Gaceta de Madrid de 19.11-35).

DECRETO de 26.07-57, Mº. Trabajo, por el que se fija los trabajos prohibidos a menores de 18 años y mujeres (BOE de 26.08.57). Rectificación (BOE de 05.09.57). Derogado parcialmente, en lo que se refiere al trabajo de las mujeres, por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

CONVENIO 127 de la OIT, Jefatura del Estado, relativo al peso máximo de carga transportada por un trabajador (BOE de 15.10-70). Ratificado por España por instrumento de 06.03.69.

11. *Aparatos elevadores*

ORDEN de 30.06.66, Mº. Industria, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores (BOE no 177 de 26.07.66). Corrección de errores (BOE de 20.09.66).

ORDEN de 21.03.73, Mº. Vivienda, por la que se aprueba la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ITA/73 sobre "Instalaciones de Transporte. Ascensores" (BOE no 78 de 31.03.73).

ORDEN de 30.07.74, Mº. Industria, por la que se determinan las condiciones que deben reunir los aparatos elevadores de propulsión hidráulica y las normas para la aprobación de sus equipos impulsores (BOE N° 190 de 09.08.74).

ORDEN de 23.05.77, Mº. Industria, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras (BOE n° 141 de 14.06.77). Corrección de

errores (BOE de 18.07.77). Modificado por Orden de 07.03.81 (BOE no 63 de 14.03.81).

ORDEN de 31.03.81, Mº. Industria, por la que se establecen las condiciones técnicas mínimas exigibles a los ascensores y se dan normas para efectuar las revisiones generales periódicas de los mismos (BOE no 94 de 20.04.81).

REAL DECRETO 474/1988, Mº. Industria, de 30.03.88, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, del Consejo de las Comunidades Europeas, sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico (BOE no 121 de 20.05.88).

REAL DECRETO 1513/1991, Mº. Industria, de 11.10.91, por el que se establecen las exigencias sobre los certificados y las macas de los cables, cadenas y ganchos (BOE no 253 de 22.10.91)

RESOLUCIÓN de 27.04.92, Mº. de industria, por la que se aprueban las prescripciones técnicas no previstas en la ITC MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (BOE no 117 de 15.05.92).

12. Electricidad

DECRETO 2.413/1973, de 20.09.73, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE no 242 de 09. 1 0.73).

ORDEN de 31.10.73, por el que se aprueban las ITC MIE-BT (BOE de 27, 28, 29 y 31.12.73). Modificada posteriormente la Mi BT-041 por Orden de 30.04.74 (BOE de 07.05.74), por Orden de 19.12.77 la Mi BT-025 (BOE de 13.01.78), por Orden de 19.12.77 las Mi BT-004. 007 y 017 (BOE de 26.01.78), por Orden de 28.07.80 (BOE de 13.08.80), por Orden de 30.09.80 Mi BT-044 (BOE de 30.09.80), por Orden de 30.07.81 la Mi BT-025 (BOE de 13.08.81), por Orden de 05.06.82 la Mi BT044 (BOE de 12-06.82), por Orden de 11.07.83 las Mi BT-008 y 044 (BOE de 22.07.83), por Orden de 05.04.84 las Mi BT-025 y 044 (BOE de 04.06.84), por Orden de 13.01.88 la Mi BT-026 (BQE no 22 de 26-01.88), Rectificado (BOE no 73 de 25.03.88), por Orden de 26.01.90 la Mi BT-026 (BOE no 35 de 09.02.90), por Orden de 24.07.92 la Mi BT-026 (BOE no 186 de 04.08.92).

REAL DECRETO 2-295/1985, de 09.10.85, por el que se adiciona un nuevo art. 2 al REBT (BOE de 12.12.85).

13. Seguridad en máquinas

CONVENIO 119 de la OIT, Jefatura del Estado. de 25.06.63. sobre protección de maquinaria (BOE de 30.11-72).

REAL DECRETO 1.459/1986, Mº. Relaciones con las Cortes, de 26.05.86, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las maquinas (BOE no 173 de 21.07.86, rectificado posteriormente en BOE no 238 de 04.10.86).

REAL DECRETO 590/1989, Mº. Relaciones con las Cortes, de 19.05.89, por el que se modifican los artículos 3 y 4 del Reglamento de Seguridad en las maquinas (BOE no 132 de 03.06.89, modificado en BOE no 130 de 31.5.91).

ORDEN de 08.04.91, Mº. Relaciones con las Cortes, por la que se establecen las Instrucciones Técnicas Complementarias MSG-SM 1 del Reglamento de Seguridad de las maquinas, referente a maquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (BOE no 87 de 11.04.91).

REAL DECRETO 1.435/1992, Mº. Relaciones con las Cortes, de 27.11.92, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre maquinas (BOE no 297 de 11.12.92). Aplicación Directiva 891392//CE.

14. Protección personal

ORDEN de 17.05.74, por la que se aprueba la Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (BOE no 128 de 29.05.74).

REAL DECRETO 1.407/1992, de 20.11.92, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

6.2.2 Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzcan un deterioro mas rápido de una determinada prenda o equipo, se repondrá esta, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato limite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado al momento.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representara un riesgo en sí mismo.

Las protecciones se dividirán según sean:

1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) (BOE 29-5-74, 6-9-74, 9-9-75, 31-10-75, 2-9-77, 26-9-77, 17-8-78, 16-9-78, 16 y 17-3-81, 10-10-81, 10-12-81, 12-2-80).

En los casos que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2. Protecciones colectivas

➤ **Vallas de limitación y protección**

Tendrán como mínimo 90 cm de altura estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su estabilidad.

➤ **Pasillos de seguridad**

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloncillos embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tabloncillos. Estos elementos también podrán ser metálicos. (Los pórticos a base de tubos o perfiles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta.

➤ **Redes perimetrales**

La protección del riesgo de caída a distinto nivel, se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca, colocados a 4,80 mts. excepto en casos especiales que por el replanteo así lo requieran. El extremo inferior de la red se anclara a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida con una modulación de 4,50 x 10 mts. protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será de 12 mm. y los módulos de red serán atados entre si con cuerda

de poliamida de 3 mm. Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

➤ **Redes verticales**

En protecciones verticales de escalera o similares se emplearán redes verticales ancladas a cada forjado.

➤ **Redes horizontales**

Se colocarán para proteger la posible caída de objetos al patio.

➤ **Mallazos**

Los huecos interiores se protegerán con el mallazo propio de la capa de compresión.

➤ **Barandillas**

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofrada debiendo estar condenado el acceso a las otras por el interior de las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de las personas.

➤ **Cables de sujeción de seguridad y sus anclajes**

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protector.

➤ **Andamios**

Se ajustarán a la legislación vigente

➤ **Plataforma de trabajo**

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2 mts. del suelo, estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

➤ **Escaleras de mano**

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes y cumplirán lo establecido en la normativa vigente.

➤ **Extintores**

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

6.2.3 Servicios de prevención

1. *Servicio Técnico de Seguridad e Higiene*

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico en Seguridad y Salud laboral.

2. *Servicio médico*

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa.

6.2.4 Instalaciones médicas

Los botiquines se revisarán mensualmente y repuesto lo consumido inmediatamente.

6.2.5 Instalaciones de higiene y bienestar

Considerando el numero previsto de operarios, se realizarán las siguientes instalaciones:

1. **Comedores**

Por encontrarse en el interior del casco urbano, no se considera necesaria la instalación de comedor

2. **Vestuarios**

Para cubrir las necesidades se dispondrá de un recinto provisto de los siguientes elementos:

- 1 taquilla para cada trabajador, provista de cerradura.
- asientos.

3. **Servicios**

Disponer de un local con los siguientes servicios:

- 2 inodoros en cabina individual de 1,20 x 2,30 mts. 3 lavabos con espejo y jabón.
- Perchas.
- Calefacción.

ANEXO 7. IMPLANTACIÓN DE BICICLETAS ELÉCTRICAS

Debido a los resultados que arroja el análisis económico realizado en el *Anexo 6*, se plantea una alternativa en el caso de que la propuesta de los drones no se pudiese llevar a cabo porque la administración no es capaz de proporcionarnos financiación.

Dicha alternativa está relacionada con las bicicletas eléctricas. Creemos que son una muy buena opción debido a que también se pueden relacionar con una instalación fotovoltaica que funcione como punto de recarga de sus baterías. Además, adaptando la bicicleta con un compartimento para incluir la mercancía, podrían realizar el reparto de una manera sostenible.

La desventaja que tienen estas frente a los drones es que no acortarían tiempos de entrega y en condiciones climáticas adversas donde el acceso a ciertas poblaciones por carretera fuese complicado, el problema no se solucionaría.

7.1. FUNDAMENTO DE LAS BICICLETAS ELÉCTRICAS

La bicicleta eléctrica es un vehículo que está compuesto de un motor eléctrico que sirve como apoyo para realizar el movimiento de desplazamiento, es decir, no funcionan únicamente a través de un motor sin tener que pedalear. Requiere de un sistema de obtención de energía que se detallara en los siguientes apartados.

Se caracteriza por ser un transporte cómodo, sobre todo para trayectos cortos, económico y ecológico por lo que ya se están implementando en muchas grandes poblaciones para disminuir la contaminación ambiental.

7.1.1 Cómo funcionan las bicicletas eléctricas

Las bicicletas eléctricas funcionan mediante dos tipos de impulso. Por una parte, se moverán gracias al pedaleo, y por otra parte mediante el apoyo del motor eléctrico que se pondrá en marcha mientras se pedalea, y se detendrá cuando dejemos de hacerlo.

La acción del motor sobre el movimiento de la bicicleta es conocida como pedaleo asistido, y en cualquier caso podremos encontrar bicicletas eléctricas de serie creadas por los fabricantes o bicicletas tradicionales a las que podemos añadir un kit de pedaleo asistido.

Aunque la velocidad del motor esté limitada a 25 Km/h, es posible alcanzar velocidades superiores realizando un pequeño esfuerzo sobre el pedal. Si se quisiera utilizar la bicicleta como una común, prácticamente todas tienen la opción de desconectar el sistema eléctrico.

7.1.2 Tipos de bicicletas eléctricas

Existen dos tipos de bicicletas eléctricas de pedaleo asistido que son:

- *Bicicletas eléctricas con pedaleo asistido y sensor de par*

Este sensor tiene capacidad para medir la fuerza con la que pedaleamos, de forma que transmite la información al motor, el cual se regula en función de nuestras necesidades. Es decir, a través del esfuerzo realizado durante el pedaleo, el motor se activará transmitiendo una mayor o menor potencia. Este sistema requiere por tanto de un mayor esfuerzo por parte del conductor.

- *Bicicletas eléctricas con pedaleo asistido y con sensor de movimiento con regulador:*

Se trata del sistema más habitual. En los pedales se coloca un sensor que se encargará de activar el controlador que activa la asistencia de forma totalmente progresiva. Este sistema es más cómodo, tendremos la posibilidad de regular el tipo de asistencia que queremos recibir a través de un acelerador, el cual se controlara a partir de una pantalla incorporada al cuadro de la bicicleta.

7.1.3 Tipo de carga

La mayor parte de los modelos actuales son bicicletas eléctricas enchufables y son aquellas en las que nos fijaremos a la hora de insertarlas en este proyecto.

A pesar de ello hay que mencionar que existen otras bicicletas eléctricas entre las que se encuentran las bicicletas eléctricas recargables y las bicicletas eléctricas solares. Las primeras aprovechan la energía que se genera durante los desplazamientos para recargar las baterías, mientras que las segundas incorporan un panel captador que se encarga de recargar las baterías. Estas últimas son una tecnología emergente pero que tendrá una gran importancia como todas las aplicaciones mediante energía solar.

7.1.4 Componentes principales

En este apartado se detallarán las distintas partes de las que se compone este vehículo:

1. *Parte ciclo*

La estructura principal de la bicicleta eléctrica. Puede ser de ciudad, montaña o carretera. En ocasiones las bicicletas eléctricas de serie (creadas por el fabricante) pueden tener pequeñas modificaciones para pasar los cables o adaptar la batería.

2. *Parte eléctrica*

Detecta el movimiento de la bicicleta y según nuestra velocidad de pedaleo o la fuerza transmitida a los pedales enviara la energía almacenada en las baterías, al motor.

- **Batería:** Se hará un mayor análisis en el siguiente apartado.
- **Sensor de pedaleo:** Detecta la velocidad a la que pedaleamos, y envía esta información al controlador. Hay sensores de pedaleo que detectan adicionalmente, la fuerza en la que pedaleamos, pero su uso es complejo y son más recomendables para terrenos con poco desnivel.
- **Controlador de potencia:** Recibe la señal del sensor. Una vez recibida, se encarga de enviar la energía necesaria de la batería al motor. Muchos de ellos llevan incorporados sistemas como el de frenada regenerativa que aprovecha la inercia cuando frenamos o en pendientes para recargar las baterías.
- **Motor:** Son sin escobillas ("Brushless"). Son motores eficientes con una mayor potencia y mayor durabilidad respecto a los de escobillas. Será el encargado de transformar la energía eléctrica en movimiento a través del controlador de potencia. El motor puede ser tipo HUB (delantero o trasero) o central.
 - **Tipo HUB:** Se sitúa en el buje de la rueda delantera o trasera, aunque lo más adecuado es en la delantera. No afectan a la parte ciclo y su montaje es muy sencillo por lo que sus reparaciones son asequibles. Es el más frecuente.

- Tipo central: Se sitúa en el eje del pedalier. Es sencillo de utilizar, aunque su instalación sea compleja y por tanto difícil de reparar en caso de avería.



Figura 28. – Componentes de una bicicleta eléctrica

7.2. BATERÍAS PARA BICICLETAS ELÉCTRICAS

Al tratarse de un elemento fundamental a la hora de elegir entre varios modelos y al depender de la misma otros conceptos clave, se ha preferido realizar un apartado extenso sobre baterías. Necesarias para arrancar el motor, serán las encargadas de almacenar la energía que se liberará en forma de movimiento.

Para empezar, tenemos que ver si buscamos una bicicleta con baterías extraíbles o que vayan integradas en el cuadro. La principal ventaja de las primeras es que podemos llevarlas con nosotros si aparcamos la bici en la calle y recargarlas en casa de forma más cómoda que tener que subir la bici al domicilio.

7.2.1 Tipos de baterías

En general encontraremos tres tipos de baterías para bicicletas eléctricas:

- Baterías de Plomo

Peso excesivo. No obstante, tienen una característica destacada, y es que es una de las baterías más fiables y económicas, aunque también más

contaminantes. Cuenta con una vida útil de aproximadamente dos años, lo que equivaldría a unas 500 recargas. En la actualidad, ya no suelen utilizarse.

- **Baterías de Níquel e Hidruro Metálico**

Baterías muy delicadas, mantenimiento estricto. Es necesario realizar cargas y descargas completas ininterrumpidas, ya que debido al efecto memoria disminuyen rápidamente su autonomía si no se controla adecuadamente este aspecto. Esto es complicado, ya que lo más habitual es realizar la recarga una vez llegamos a casa o a la oficina para que estén preparadas para el próximo trayecto.

- **Baterías de Litio**

Son las más sostenibles de todas, cuentan con un tamaño reducido al igual que su peso y sobre todo no tienen el efecto memoria, es decir, se pueden realizar las cargas en el momento que se estime oportuno, sin tener que esperar a que se descarguen por completo. Son las más utilizadas.

A continuación, se expone una tabla con las principales características de cada una. Cabe destacar que las baterías de Litio se dividen en sus tres variantes.

	Voltaje (por celda)	Densidad (Wh/Kg)	Potencia (W/kg)	Eficiencia (%)	Descarga (% / mes)	Ciclos de Recarga	Vida útil (años)
Plomo -Ácido	2,1	30-40	180	70%-92%	3%-4%	500-800	5+
NIMH	1,2	30-80	250-1000	66%	30%	500-1000	
Li ION	3,6	150-250	1800	80-90%	5%-10%	1200	2-3
Li Po	3,7	130-200	3000 +			500~1000	2-3
LiFePO4	3,25	80-120	1400			2000+	

Tabla 34. – Características de las baterías para bicicletas eléctricas

7.2.2 Autonomía

En este apartado es difícil dar datos concretos ya que la autonomía de una bicicleta eléctrica va a depender de muchos factores, entre los que se encuentran:

- Factores mecánicos: Estado de la bicicleta, peso de la bici y presión de las ruedas entre otros.
- Factores humanos y de diseño: Peso del ciclista, fuerza aplicada al pedal.
- Orografía y tipo de terreno: Trayecto llano o con muchas pendientes, terreno bacheado o en buen estado.

- Factores atmosféricos: Condiciones adversas de viento y bajas temperaturas que afectan especialmente al rendimiento de las baterías de Litio.
- Factores electromecánicos (eficiencia del motor)
- Factores eléctricos (capacidad de las baterías): Cuanta más energía sea capaz de almacenar la batería, más kilómetros podrá recorrer.

Generalmente, de media, la autonomía varía entre los 30 y los 100 km para unas condiciones basadas en un trayecto plano, en buenas condiciones meteorológicas y en el que está involucrado una persona de 70 kg.

7.2.3 Tiempo de carga

Tomando como referencia las baterías de Litio que son las más comunes, el tiempo medio de carga estando totalmente descargadas es de aproximadamente 5 horas.

Se pueden cargar estando semidescargadas o descargadas por completo, pues no tienen efecto memoria, pero nunca jamás se deben dejar las baterías totalmente descargadas más de un día, ya que la batería podría invertir uno de sus polos en una celda y dejar de funcionar.

En este sentido, si la bicicleta eléctrica va a estar un tiempo sin usarse, es importante asegurarse de dejar la batería cargada prácticamente por completo.

Cada 3 o 4 años se suelen cambiar las baterías debido a la degradación que sufren, reduciendo entre otras prestaciones la autonomía de la bicicleta.

7.3. VENTAJAS

Son vehículos rápidos, silenciosos, ecológicos, saludables y eficientes. Con una bicicleta eléctrica cualquier persona podrá subir grandes pendientes con un mínimo esfuerzo. Otra opción es si se quiere realizar ejercicio, entonces se elegirá el nivel de asistencia que se quiere mantener, controlando en todo momento el esfuerzo que se desea realizar.

Otra ventaja importante que la hace muy útil sobre todo en el caso de grandes ciudades es su nula contaminación acústica, además de su nula contaminación ambiental.

No es necesario ningún tipo de permiso de circulación ni seguro. Lo que es evidente es que se tiene que tener mucha precaución al conducirlos.

7.4. MODELO DE BICICLETA ELÉCTRICA ADECUADO

Al igual que cuando se realizó la selección de los drones, en este proyecto la autonomía será un factor muy restrictivo ya que la bicicleta eléctrica deberá ser capaz de completar el trayecto más largo que en este caso corresponde al Potes- Tresviso-Bejes (83 km). Con esta característica indispensable se han encontrado los siguientes modelos en el mercado:

- Giant STANCE E+0
- BH Evo Street Pro
- VanMoof Electrified X2/S2

De entre los tres modelos seleccionados (todos tienen unas características similares), nos quedamos con la BH Evo Street Pro debido a su gran calidad-precio.

La BH Evo Street Pro (2.099 euros) es una bicicleta eléctrica versátil con un ligero cuadro de aluminio, transmisión de 8 velocidades, frenos hidráulicos y pantalla LCD con batería integrada (500 Wh) que supera los 100 km de autonomía.

A pesar de contar con elementos típicos para la ciudad como el guardabarros o la parrilla, se trata de una bicicleta robusta apta para caminos rurales y desnivel.



Figura 29. – Bicicleta eléctrica BH Evo Street Pro

7.5. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Para realizar este cálculo se ha tomado como base la instalación fotovoltaica diseñada. Es decir, que el número de bicicletas estará vinculado a la capacidad de carga que tiene la instalación fotovoltaica.

$$N^{\circ} \text{ Bicicletas} = \frac{2808 \text{ Wh}}{500 \text{ Wh}} = 5.616 \approx 5 \text{ bicicletas}$$

La principal fuente de ahorro que tenemos es el combustible, en la siguiente tabla se especifica el ahorro anual por trayecto, sabiendo que las bicicletas cumplen con el total de la carga a repartir.

Trayecto (Ida y Vuelta)	Distancia (Km)	Tiempo (Ida y vuelta) en minutos	Tipo de Vehículo	Consumo (L/100 km)	Precio combustible (€/L)	Gasto anual (€)	Ahorro anual (€)
Potes-Pido	40	48	Moto	2,5	1,339	670	670
Potes-Lamedo	31	44	Moto	2,5	1,339	259	259
Potes-Tresviso-Bejes	83	187	Furgoneta	5,5	1,159	1323	1323
Potes-Caloca	42	56	Moto	2,5	1,339	351	351
Potes-Cucayo	40	58	Moto	2,5	1,339	670	670

Tabla 35. – Ahorro anual realizando el reparto mediante bicicletas

$$\text{Ahorro anual total} = 3273\text{€}$$

Para poder evaluar el periodo aproximado de amortización de la inversión, se dividirá el presupuesto total por el dinero ahorrado al cabo de un año, obteniendo:

$$\text{Periodo de amortización} = \frac{5 * \text{Precio de la bicicleta}}{\text{Ahorro anual}} = 3.21 \text{ años}$$

Este periodo de amortización es válido sino se produce ninguna avería y además las baterías suelen cambiarse cada 4 años por lo que la implantación de las bicicletas sería viable económicamente.

7.6. LEGISLACIÓN VIGENTE

La bicicleta eléctrica se verá afectada por las mismas normas que el resto de bicicletas. Es decir, en ciudad el uso del casco no es obligatorio, no así en vías interurbanas y carretera. No podrán circular por las aceras, a menos que estén especialmente indicadas para ello, y tienen que circular por la calzada como el resto de vehículos.

Tampoco se necesita una licencia para conducir. Pero sí se necesita conocer el código de circulación, conocer las señales viales y respetarlas. La bicicleta debe llevar luz delantera blanca y trasera de color rojo siempre que circule en condiciones de luminosidad reducida o de noche.

No es obligatorio contar con un seguro, siempre que su motor no supere los 25 km de velocidad en la asistencia ni una potencia superior a 250 W. Eso sí, en caso de

un accidente si no contamos con dicho seguro tendremos que hacernos cargo de los daños causados a un vehículo o a un peatón, según sea el caso, por nuestros propios medios.

Están exentas de pagar impuestos de circulación.

Hasta aquí la normativa es muy similar a cualquier bicicleta. En el caso de las eléctricas se debe añadir la específica que afecta a su motor eléctrico y las limitaciones que impone la asistencia al pedaleo. La norma dice:

Las bicicletas con pedaleo asistido, equipadas con un motor eléctrico auxiliar, de potencia nominal continua máxima de 0,25 kilovatios, cuya potencia disminuya progresivamente y que finalmente se interrumpa cuando la velocidad del vehículo alcance los 25 km/h, o antes si el ciclista deja de pedalear

Las bicicletas deben estar homologadas por el Ministerio de Industria, según la norma UNE-EN 15194:2009. En caso de tener un acelerador similar al de una moto, que permita iniciar la marcha sin dar pedales, se considerarán ciclomotores. Lo mismo ocurre si su motor supera los 250W o no se detiene la asistencia al pedaleo al alcanzar los 25 km/h. En este caso es necesario matricular el vehículo, además de contar con seguro y se necesita licencia para su conducción.

DOCUMENTO N°2:

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

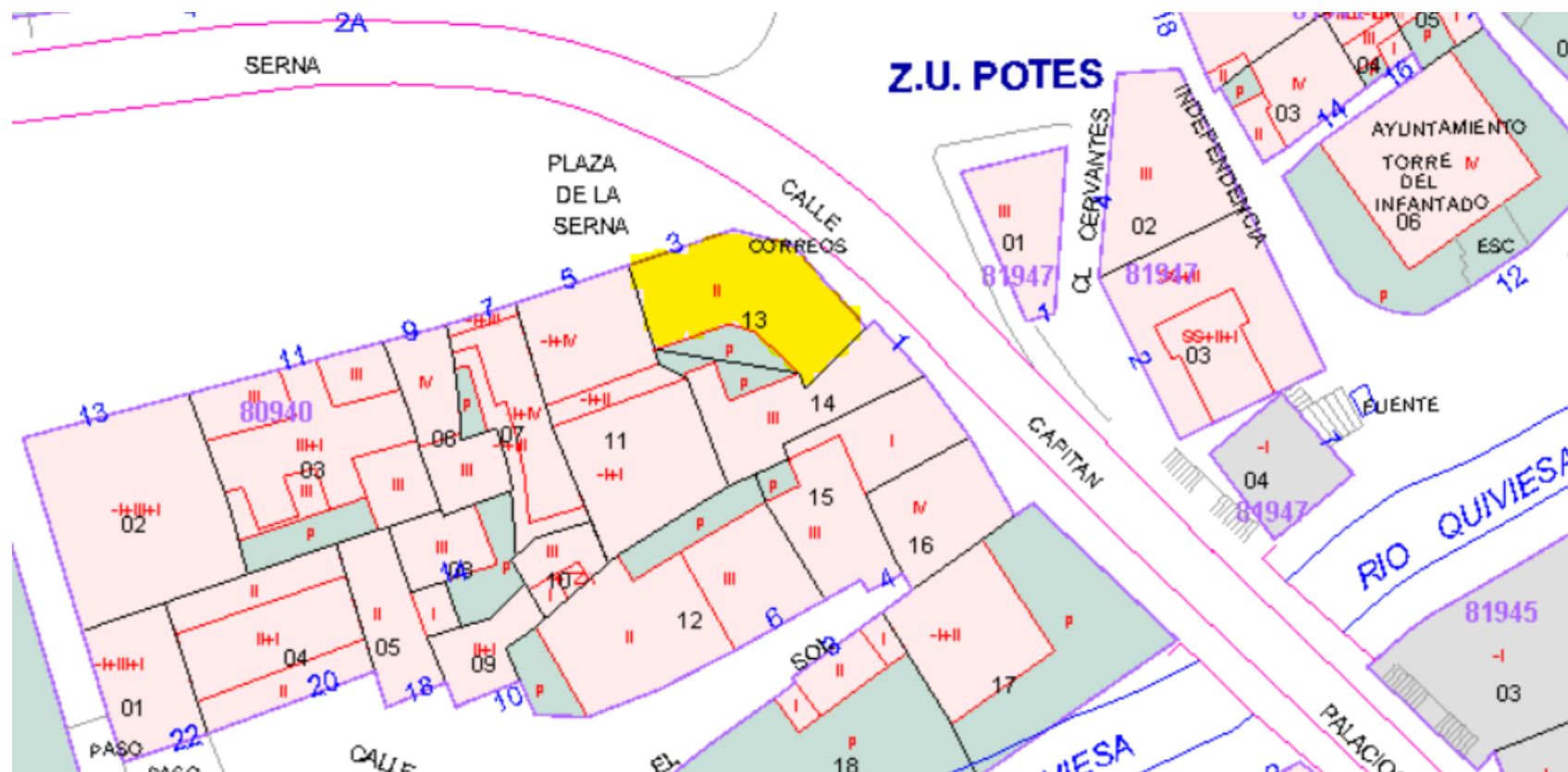
1 PLANO DE SITUACIÓN.....	149
2 PLANO DE EMPLAZAMIENTO.....	150
3 PANELES FOTOVOLTAICOS.....	151
4 CONEXIONADO DE PANELES.....	152
5 ESQUEMA ELÉCTRICO	153

1. PLANO DE SITUACIÓN



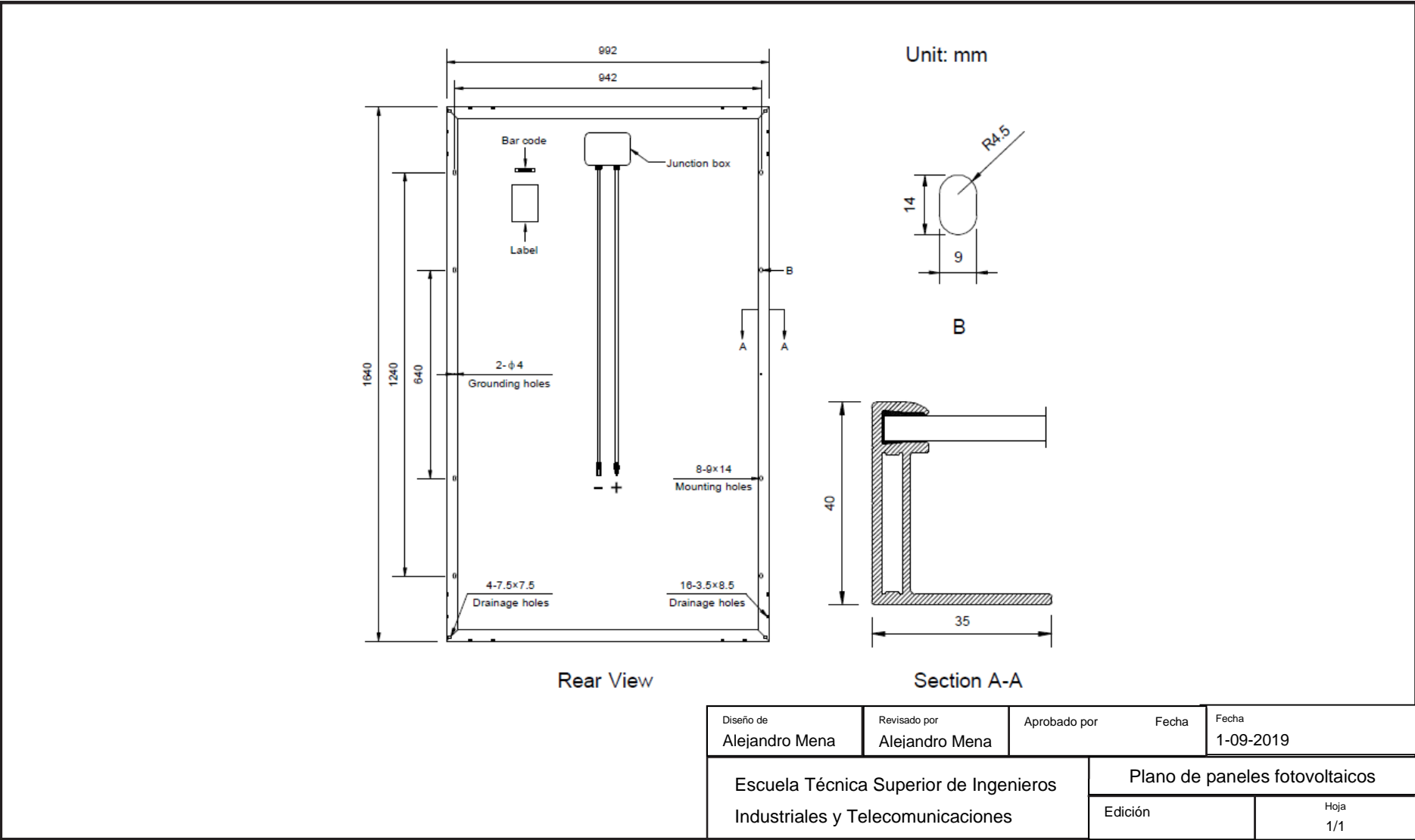
Diseño de Alejandro Mena	Revisado por Alejandro Mena	Aprobado por	Fecha	Fecha 1-09-2019
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones		Plano de situación		
		Edición	Hoja 1/1	

2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO

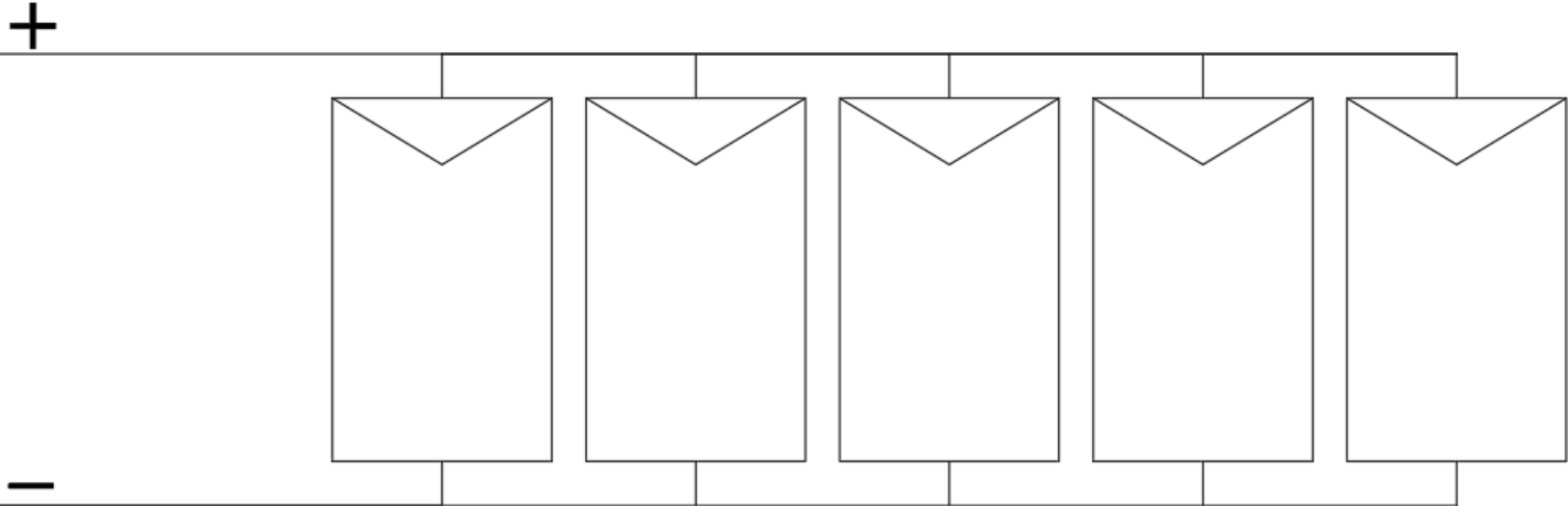


Diseño de Alejandro Mena	Revisado por Alejandro Mena	Aprobado por	Fecha 1-09-2019
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones		Plano de emplazamiento	
		Edición	Hoja 1/1

3. PANELES FOTOVOLTAICOS

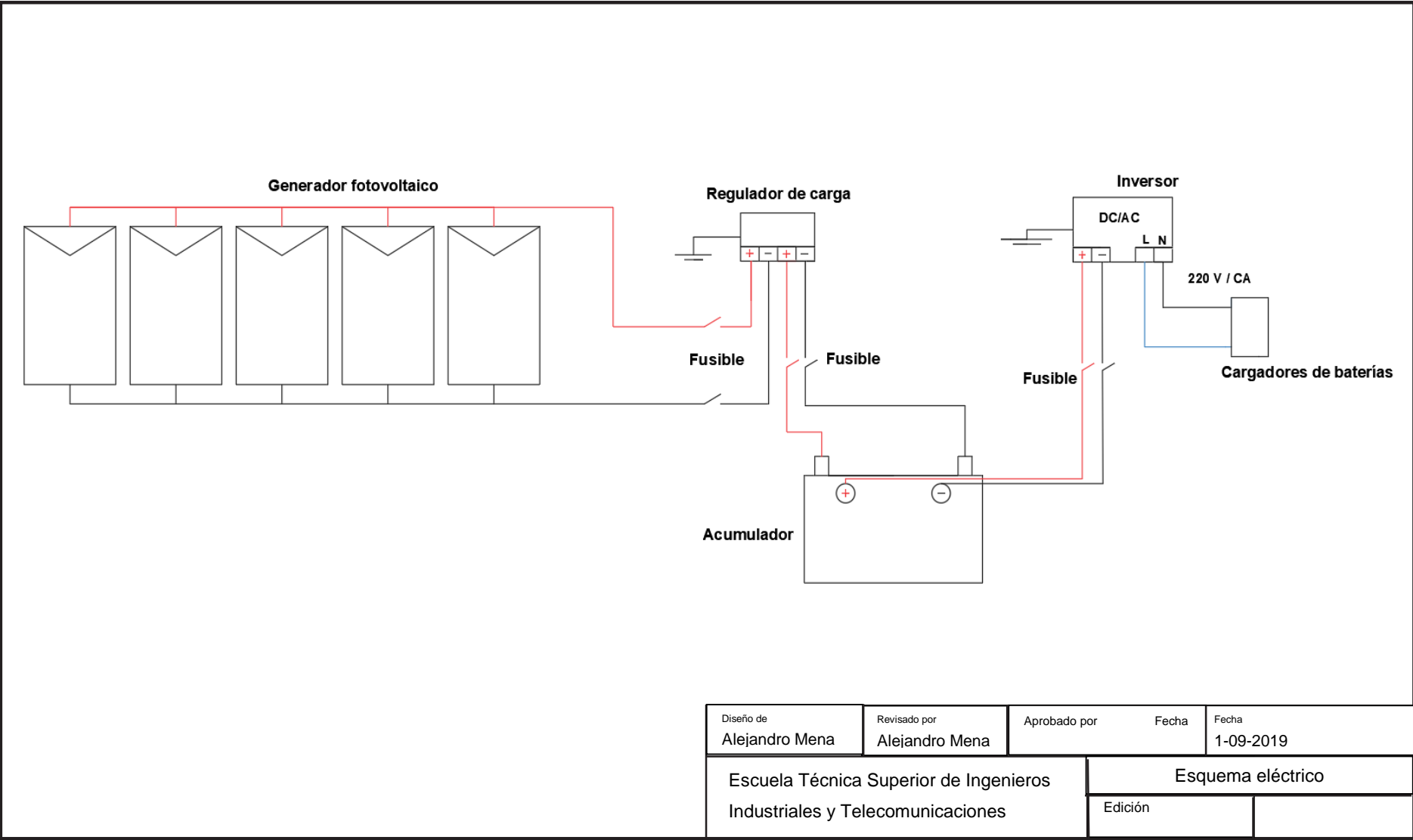


4. CONEXIONADO DE PANELES



Diseño de Alejandro Mena	Revisado por Alejandro Mena	Aprobado por	Fecha	Fecha 1-09-2019
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones			Conexionado de paneles	
			Edición	Hoja 1/1

5. ESQUEMA ELÉCTRICO



DOCUMENTO N°3:

**PLIEGO DE
CONDICIONES**

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES

1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES AISLADAS DE RED.....	157
1.1 OBJETO.....	157
1.2 GENERALIDADES	157
1.3 DEFINICIONES.....	158
1.3.1 Radiación solar.....	159
1.3.2 Generadores fotovoltaicos.....	160
1.3.3 Acumuladores de plomo-ácido.....	161
1.3.4 Reguladores de carga.....	161
1.3.5 Inversores.....	162
1.3.6 Cargas de consumo.....	162
1.4 DISEÑO.....	162
1.4.1 Orientación, inclinación y sombras	162
1.4.2 Dimensionado del sistema.....	163
1.4.3 Sistema de monitorización.....	164
1.5 COMPONENTES Y MATERIALES.....	164
1.5.1 Generalidades.....	164
1.5.2 Generadores fotovoltaicos.....	165
1.5.3 Estructura de soporte.....	166
1.5.4 Acumuladores de plomo-ácido.....	167
1.5.5 Reguladores de carga.....	169
1.5.6 Inversores.....	171

1.5.7 Cargas de consumo.....	173
1.5.8 Cableado.....	174
1.5.9 Protecciones y puesta a tierra.....	174
1.6 RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	175
1.7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....	176
1.7.1 Generalidades.....	176
1.7.2 Programa de mantenimiento.....	176
1.7.3 Garantías.....	176
2 PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	181
2.1 NORMATIVA APLICABLE PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS.....	181
2.2 NORMATIVA APLICABLE PARA APLICACIONES CON DRONES...	183

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES AISLADAS DE RED

Este documento se ha elaborado en base al Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red publicado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Por este motivo se ha editado la publicación adecuándola al presente proyecto.

1.1. OBJETO

- 1.1** Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2** Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.
- 1.3** El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4** En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.2. GENERALIDADES

2.1 Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público

- Aplicaciones agropecuarias
- Bombeo y tratamiento de agua
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables

2.2 También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las del apartado 2.1, siempre que tengan características técnicas similares.

2.3 En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

2.3.1 Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

2.3.2 Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.

2.3.3 Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

1.3. DEFINICIONES

1.3.1 Radiación solar

3.1.1 Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.1.2 Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

3.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m² o kWh/m².

3.1.4 Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT)

Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

1.3.2 Generadores fotovoltaicos

3.2.1 *Célula solar o fotovoltaica*

Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

3.2.2 *Célula de tecnología equivalente (CTE)*

Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

3.2.3 *Módulo fotovoltaico*

Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

3.2.4 *Rama fotovoltaica*

Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

3.2.5 *Generador fotovoltaico*

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.2.6 *Condiciones Estándar de Medida (CEM)*

Condiciones de irradiación y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente:

- Irradiación (GSTC): 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: 25 °C

3.2.7 *Potencia máxima del generador (potencia pico)*

Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

3.2.8 *TONC*

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de 800

W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

1.3.3 Acumuladores de plomo-acido

3.3.1 Acumulador

Asociación eléctrica de baterías.

3.3.2 Batería

Fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

3.3.3 Autodescarga

Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20 °C.

3.3.4 Capacidad nominal: C₂₀ (Ah)

Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida a una temperatura de 20 °C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1,8 V/vaso. Para otros regímenes de descarga se pueden usar las siguientes relaciones empíricas: $C_{100} / C_{20} \cdot 1,25$, $C_{40} / C_{20} \cdot 1,14$, $C_{20} / C_{10} \cdot 1,17$.

3.3.5 Capacidad útil

Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PD_{max} .

3.3.6 Estado de carga

Cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.

3.3.7 Profundidad de descarga (PD)

Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

3.3.8 Régimen de carga (o descarga)

Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un subíndice en el símbolo de la capacidad y de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Por ejemplo, si una batería de 100 Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ($C_{20} = 100 \text{ Ah}$) y la corriente se expresa como $I_{20} = 5 \text{ A}$.

3.3.9 Vaso

Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2 V.

1.3.4 Reguladores de carga

3.4.1 Regulador de carga

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

3.4.2 Voltaje de desconexión de las cargas de consumo

Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.

3.4.3 Voltaje final de carga

Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

1.3.5 Inversores

3.5.1 Inversor

Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

3.5.2 VRMS

Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

3.5.3 Potencia nominal (VA)

Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

3.5.4 Capacidad de sobrecarga

Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

3.5.5 Rendimiento del inversor

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

3.5.1 Factor de potencia

Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

3.5.2 Distorsión armónica total: THD (%)

Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida. Se define como:

$$\text{THD (\%)} = 100 \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}{V_1^2}}$$

donde V_1 es el armónico fundamental y V_n el armónico n -ésimo.

1.3.6 Cargas de consumo

3.6.1 Cargadores de baterías de drones de corriente alterna

1.4. DISEÑO

1.4.1 Orientación, inclinación y sombras

4.1.1 Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla I.

Tabla I

<i>Pérdidas de radiación permitido del generador</i>	<i>Valor máximo (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

4.1.2 En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones del apartado 4.1.1, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

1.4.2 Dimensionado del sistema

4.2.1 Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.

4.2.2 Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido ($P_{mp, min}$) para cubrir las necesidades de consumo.

4.2.3 El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20 % superior al $P_{mp, min}$ calculado en 4.2.2. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.

4.2.4 Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido. En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.

4.2.5 Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

1.4.3 Sistema de monitorización

4.3.1 El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Tensión y corriente CC del generador.
- Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
- Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
- Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

4.3.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR 16338 EN.

1.5. COMPONENTES Y MATERIALES

1.5.1 Generalidades

5.1.1 Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

5.1.2 Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

5.1.3 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 VRMS o 120 VCC. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

-
- 5.1.4 Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- 5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.
- 5.1.6 Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).
- 5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.
- 5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

1.5.2 Generadores fotovoltaicos

- 5.2.1 Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.
- 5.2.2 El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.
- 5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

-
- 5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
- 5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- 5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- 5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4 Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.
- 5.2.5 Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.
- 5.2.6 En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

1.5.3 Estructura de soporte

- 5.3.1 Se dispondrán las estructuras de soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- 5.3.2 La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

-
- 5.3.3 La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- 5.3.4 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.3.5 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- 5.3.6 La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.3.7 Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.3.8 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.
- 5.3.9 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV- 102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

1.5.4 Acumuladores de plomo-ácido

- 5.4.1 Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- 5.4.2 Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el

apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.

5.4.3 La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.

5.4.4 Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

5.4.5 La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

5.4.6 La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6 % de su capacidad nominal por mes.

5.4.7 La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

5.4.8 El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

5.4.9 Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

1.5.5 Reguladores de carga

5.5.1 Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

5.5.2 Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1 \%$ del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

5.5.3 Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como, por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

5.5.4 Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

5.5.5 El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25 % superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.

-
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

5.5.6 El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

5.5.7 Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

5.5.8 Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

5.5.9 Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

5.5.10 El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Corriente máxima (A)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

1.5.6 Inversores

- 5.6.1 Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.
- 5.6.2 Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas
- 5.6.3 Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
- 5.6.4 El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- 5.6.5 La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación.

$$V_{nom} \pm 5\%, \text{ siendo } V_{nom} = 220 \text{ Vrms o } 230 \text{ Vrms}$$

$$50 \text{ Hz} \pm 2 \%$$

- 5.6.6 El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- 5.6.7 El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- 5.6.8 Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:
- Tensión de entrada fuera del margen de operación.

- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

5.6.9 El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

5.6.10 Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

5.6.11 El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

Tabla II

Tipo de inversor		Rendimiento al 20 % de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda (*) senoidal	$P_{\text{NOM}} \leq 500 \text{ VA}$	> 85 %	> 75 %
	$P_{\text{NOM}} > 500 \text{ VA}$	> 90 %	> 85 %
Onda no senoidal		> 90 %	> 85 %

(*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

5.6.12 Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

1.5.7 Cargas de consumo

5.7.1 Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

5.7.2 Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

5.7.3 Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

5.7.4 En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
 - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de $\pm 10\%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido / 150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

5.7.5 Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

5.7.6 Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y

del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

5.7.7 Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

1.5.8 Cableado

5.8.1 Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

5.8.2 Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

5.8.3 Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

5.8.4 Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

5.8.5 Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

1.5.9 Protecciones y puesta a tierra

5.9.1 Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

5.9.2 El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

5.9.3 La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto térmico u otro elemento que cumpla con esta función.

1.6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

6.2.1 Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.

6.2.2 Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

6.3 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además, se deben cumplir los siguientes requisitos:

6.3.1 Entrega de la documentación requerida en este PCT.

6.3.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.

6.3.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

6.4 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

6.5 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

6.6 No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

1.7. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

1.7.1 Generalidades

7.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.

7.1.2 El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

7.1.3 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

1.7.2 Programa de mantenimiento

7.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

7.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

7.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

7.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

7.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

7.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

7.2.7 En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

7.2.8 Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

1.7.3 Garantías

7.3.1 Ámbito general de la garantía:

7.3.1.1 Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

7.3.1.2 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

7.3.2 Plazos:

7.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

7.3.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

7.3.3 Condiciones económicas:

7.3.3.1 La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

7.3.3.2 Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

7.3.3.3 Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

7.3.3.4 Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

7.3.4 Anulación de la garantía:

7.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado 7.3.3.4.

7.3.5 Lugar y tiempo de la prestación:

7.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

7.3.5.2 El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

7.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

7.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

2. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS

2.1. NORMATIVA APLICABLE PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS

Las leyes que se encuentran en vigor a fecha de la realización de este proyecto relacionadas con las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas son las siguientes:

- Real Decreto 2818/1998, 23 de diciembre. Se amplía la Ley 54/1997, en cuanto a la producción de energía mediante fuentes renovables, residuos y cogeneración, estableciéndole un nuevo marco de funcionamiento.
- Real Decreto 1995/2000, 1 de diciembre. Se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 842/2002, 2 de agosto. Aprobación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)
- Real Decreto 314/2006, 17 de marzo. Aprobación del Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, 25 de mayo. Regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.
- Real Decreto 244/2019, 5 de abril. Regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Normativa técnica y administrativa regional y local.
- Normas UNE
 - UNE-EN 60904-1, año 1994. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica Intensidad- Tensión de los módulos fotovoltaicos.
 - UNE-EN 60904-2/A1, año 1998. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
 - UNE-EN 60904-3, año 1994. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiación espectral de referencia.

-
- UNE-EN 60904-5, año 1996. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura de la célula equivalente (*TCE*) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
 - UNE-EN 60904-6/A1, año 1998. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
 - UNE-EN 60904-7, año 1999. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 7: Cálculo del error introducido por desacoplo espectral en las medidas de un dispositivo fotovoltaico.
 - UNE-EN 60904-10, año 1999. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 10: Métodos de medida de la linealidad.
 - UNE-EN 61173, año 1998. Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía – Guía.
 - UNE-EN 61194, año 1997. Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
 - UNE-EN 61215, año 1997. Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
 - UNE-EN 61277, año 2000. Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
 - UNE-EN 61345, año 1999. Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
 - UNE-EN 61701, año 2000. Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
 - UNE-EN 61721, año 2000. Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
 - UNE-EN 61725, año 1998. Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
 - UNE-EN 50380, año 2003. Informaciones de las hojas de datos y las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

2.2. NORMATIVA APLICABLE PARA APLICACIONES CON DRONES

Las leyes que se encuentran en vigor a fecha de la realización de este proyecto relacionadas con los drones son las siguientes:

- Ley 48/1960, 21 de julio. Instrumento de documentación sobre Navegación Aérea.
- Real Decreto 57/2002, 18 de enero. Aprobación del Reglamento de Circulación Aérea.
- Real Decreto 552/2014, 27 de junio. Se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifica el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.
- Real Decreto 1036/2017, 15 de diciembre. Se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifica el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio.

DOCUMENTO N°4:

PRESUPUESTO

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

1 TABLA DE PRECIOS.....	186
2 PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	188
2.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	188
2.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	189
2.3 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	189
3 PRESUPUESTO DE LOS DRONES.....	190
4 RESÚMEN.....	191

1. TABLA DE PRECIOS

Instalación solar fotovoltaica	
Descripción	Precio Unitario (€)
Panel solar policristalino con una longitud de 1640 mm y una anchura de 992 mm	133,1
Estructura para 5 paneles solares en cubierta inclinada	120,59
Regulador de carga MPPT permite un preciso seguimiento del punto óptimo de trabajo	303,45
Acumulador OPZ-S debido a su robustez, larga vida útil y alta seguridad operativa son ideales para centrales solares	229,91
Inversor Solar aporta una salida de 230 V de corriente alterna para alimentar todo tipo de cargas eléctricas	236
Conductor de cobre 16 mm ² . Precio Unitario en (€/m)	3,58
Conductor de cobre 10 mm ² . Precio Unitario en (€/m)	2,32
Conductor de cobre 6 mm ² . Precio Unitario en (€/m)	1,79
Tubo de PVC de 25 mm ² donde irán alojados los conductores de 16 mm ² . Situado en el exterior. Precio Unitario en (€/m)	1
Fusible de 50 A (14X51) de In ofrecen una protección segura ante sobrecargas y cortocircuitos	4,84
Fusible de 25 A (14X 51) de In ofrecen una protección segura ante sobrecargas y cortocircuitos	3,93
Portafusibles de 14X51 preparado para los fusibles seleccionados	7,56

Estudio básico de seguridad y salud	
Descripción	Precio Unitario (€)
Alquiler caseta oficina + aseo	98,5
Protecciones Individuales	384,82
Protecciones colectivas	404,43
Extintor de incendios	47,86
Instalación de higiene y bienestar	268,57

Drones	
Descripción	Precio Unitario (€)
Dron md4-3000 con cargador y batería de 21000 mAh de capacidad incluida	45000
Batería extra de 21000 mAh	720

2. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

2.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Instalación solar fotovoltaica			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Panel solar policristalino con una longitud de 1640 mm y una anchura de 992 mm	5	133,1	665,5
Estructura para 5 paneles solares en cubierta inclinada	1	120,59	120,59
Regulador de carga MPPT permite un preciso seguimiento del punto óptimo de trabajo	1	303,45	303,45
Acumulador OPZ-S debido a su robustez, larga vida útil y alta seguridad operativa son ideales para centrales solares	12	229,91	2758,92
Inversor Solar aporta una salida de 230 V de corriente alterna para alimentar todo tipo de cargas eléctricas	1	236	236
Conductor de cobre 16 mm ² . Precio Unitario en (€/m)	12 m	3,58	42,96
Conductor de cobre 10 mm ² Precio Unitario en (€/m)	3 m	2,32	6,96
Conductor de cobre 6 mm ² Precio Unitario en (€/m)	4 m	1,79	7,16
Tubo de PVC de 25 mm ² donde irán alojados los conductores de 16 mm ² . Situado en el exterior. Precio Unitario en (€/m)	6 m	1	6
Fusible de 50 A (14X51) de In ofrecen una protección segura ante sobrecargas y cortocircuitos	4	4,84	19,36
Fusible de 25 A (14X 51) de In ofrecen una protección segura ante sobrecargas y cortocircuitos	2	3,93	7,86
Portafusibles de 14X51 preparado para los fusibles seleccionados	6	7,56	45,36
Estudio básico de seguridad y salud			
Alquiler caseta oficina + aseo	1	98,5	98,5
Protecciones Individuales	3	384,82	1154,46
Protecciones colectivas	1	404,43	404,43
Extintor de incendios	1	47,86	47,86

El presupuesto de ejecución material es de SEIS MIL CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS (6193,94 €).

2.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de ejecución material	6193,94 €
Gastos generales (13%)	805,21 €
Beneficio Industrial (6%)	371,64 €
<hr/>	
Base imponible	7370,79 €
IVA (21%)	1547,87 €
Presupuesto de ejecución por contrata	8918,66 €

El presupuesto de ejecución por contrata es de OCHO MIL NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SESENTA Y SEIS CENTIMOS (8918,66 €).

2.3. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Presupuesto de ejecución por contrata	8918,66 €
<hr/>	
Honorarios de Proyecto (6% PEM + 21% IVA)	449,68 €
Honorarios de Dirección de Obra (3% PEM + 21% IVA)	224,84 €
Honorarios de Seguridad y Salud (3% PEM + 21% IVA)	224,84 €
Licencia de Obra (6% PEM)	371,64 €
<hr/>	
Presupuesto para conocimiento de la administración	10189,66 €

El presupuesto para conocimiento de la administración es de DIEZ MIL CIENTO OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CENTIMOS (10189,66 €).

3. PRESUPUESTO DE LOS DRONES

Drones			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Dron md4-3000 con cargador y batería incluida de 21000 mAh de capacidad	4	45000	180000
Batería extra de 21000 mAh	4	720	2880

El presupuesto de los drones es de CIENTO OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS (182880 €).

4. RESÚMEN

PROYECTO	
Descripción	Importe
Instalación solar fotovoltaica	10.189,66 €
Drones	182.880 €

El presupuesto total del proyecto es de CIENTO NOVENTA Y TRES MIL SESENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (193069,66 €).

Santander, Septiembre de 2019

Alejandro Mena Pruneda

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- FERNÁNDEZ SALGADO, José María. Compendio de energía solar: Fotovoltaica, Térmica y Termoeléctrica (Adaptado al Código Técnico de la Edificación y al nuevo RITE), 2010.
- SERIE PONENCIAS. Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica (Volumen I y Volumen II)
- A. LABOURET Y M. VILLOZ. Energía solar fotovoltaica manual práctico.

PÁGINAS WEB

- Estudio de la comisión nacional de mercados y competencia sobre las distintas empresas de logística. <https://www.cnmc.es/file/98767/download>
- Página web de la Aemet donde se recogen los registros de viento en distintas estaciones meteorológicas
<https://datosclima.es/Aemet2013/Vientostad2013.php>
- IDAE, Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de la red.
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf
- Página especializada en la venta de todo tipo de artículos tecnológicos.
<http://www.directindustry.es/prod/matternet/product-182355-1801036.html>
- Información sobre bicicletas eléctricas
https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-bicicletas-electricas-forma-mas-ecologica-y-asequible-desplazarse-201708022029_noticia.html
- Legislación y modelos de bicicletas eléctricas
<https://www.xataka.com/otros-dispositivos/guia-compras-bicicletas-electricas-que-hay-que-fijarse-antes-comprar-nueve-modelos-recomendados>
- Agencia Estatal de Seguridad Aérea.
<http://www.seguridadaerea.gob.es>
- Dron Planet.
<http://www.dronplanet.com>

- Aplicaciones de drones
<https://www.elmundo.es/ciencia/2014/05/04/5363c59bca4741983b8b4578.html>
- Datos clave sobre la energía solar fotovoltaica
https://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2018_PV_España.pdf
- Todrone
<http://www.todrone.com>